EVALUACION DE PROYECTOS ACUICOLAS: ASPECTOS ECONOMICOS Y FINANCIEROS

Centro de Educación Continua
Jefferson College

Fabrizio Marcillo Morla
1999

Contenido

Introducción

Este módulo pretende dar a conocer la orientación y la metodología adecuada que permite actuar con mayores bases y criterios frente a la planeación y puesta en marcha de un proyecto de acuicultura de tipo privado, desarrollar conceptos que permitan el análisis económico y financiero de un proyecto acuícola para optimizar el rendimiento y reducir el riesgo de una inversión financiera, o la creación de una empresa acuícola.
La elaboración de proyectos para el desarrollo de la acuicultura representa en la mayoría de los casos un reto para los interesados en esta actividad, que si bien dominan la biotecnología de las especies a cultivar, desconocen en su gran mayoría la parte dinámica y los diferentes criterios que deben de seguirse para la formulación y evaluación financiera de estos proyectos.
Ya que se requiere de criterios técnicos de los diversos temas que conforman un proyecto de acuicultura al nivel de prefactibilidad económica, se considera importante establecer términos de referencia que orienten a economistas, técnicos, ingenieros y todo el personal involucrado en la formulación y evaluación de proyectos de desarrollo económico y financiero para la acuicultura.

El curso se dividirá en las cuatro partes:
La primera tratará generalidades de los proyectos. Debido a la brevedad del tiempo, se dará menor énfasis en esta parte que puede ser consultada en mayor detalle en otros libros de preparación y evaluación de proyectos.
La segunda parte que pienso que será más amena y familiar para los que conocen de la industria consistirá en un repaso de la estructura de costos, ingresos, egresos e inversiones en acuicultura.
La tercera parte corresponde a las bases matemáticas y financieras que se usan para la evaluación del proyecto. Se tratará de dar mayor énfasis en la parte conceptual y práctica de las mismas y menos al cálculo matemático en sí, ya que con la ayuda de las computadoras, este trabajo se simplifica enormemente.
La última parte, corresponde a los talleres prácticos, en los cuales se evaluarán varios proyectos de inversión en acuicultura, lo que permitirá a los participantes desarrollar los conceptos que se expusieron anteriormente.
Espero que este taller sea beneficioso para todos los participantes, y que puedan utilizar las herramientas que en él veamos, a fin de tomar mejores decisiones de asignación de recursos en su trabajo diario.

La Planeación Como Herramienta de Toma de Decisiones

La planificación constituye un proceso mediador entre el futuro y el presente. Se ha señalado que el futuro es incierto puesto que lo que ocurrirá mañana no solo es una consecuencia de muchas variables, sino que dependerá de las decisiones que se tomen en el presente.

Existen varias razones para planificar en general y para desarrollar un proyecto financiero en particular, entre ellas: conseguir financiamiento para el proyecto, cumplir un requisito de un banco para conceder un crédito, conocer requerimientos y disponibilidad de recursos, controlar costos, egresos e ingresos, determinar la rentabilidad del proyecto, analizar el riesgo del mismo, etc. Este curso sin embargo se enfocará en la planeación como una herramienta de toma de decisiones económicas - financieras, esto es, evaluar financieramente un proyecto o alternativa de inversión y usar estos resultados como base para decidir si invertimos o no recursos en dicho proyecto o alternativa.

Como toda decisión, la decisión que tomaremos con base en este análisis tendrá un riesgo (mas adelante analizaremos en mayor detalle este punto), y, a pesar de que es imposible saber exactamente que ocurrirá en el futuro, existen herramientas que nos permitirán tomar decisiones con bases mas o menos sólidas.

El estudio del Proyecto pretende contestar el interrogante de, si es o no conveniente realizar una determinada inversión. Esta recomendación sólo sería posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Con este objeto, el estudio de viabilidad debe de intentar simular con el máximo de precisión lo que se sucedería al proyecto si fuese implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará en su puesta en marcha. De esta forma se estimarán los beneficios y costos que probablemente ocasionaría y, por lo tanto, que pueden evaluarse.

Existen diversos mecanismos operacionales por los cuales un empresario decide invertir recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles de decisión son variados, y por lo general contemplan varias disciplinas, por lo que requieren de apoyo técnico en sus diversas fases.

Toda toma de decisiones implica un riesgo. Obviamente, hay decisiones con mayor o menor grado de riesgo. Es lógico pensar que frente a las decisiones de mayor riesgo, existan expectativas de mayor rentabilidad. Sin embargo, lo fundamental es que la toma de decisiones se encuentren cimentadas en antecedentes básicos concretos que hagan que las decisiones se adopten concienzudamente y, con el más pleno conocimiento de las variables que entran en juego, las cuales una vez valoradas, permitirán en última instancia adoptar en forma consciente las mejores decisiones posibles.

En el complejo mundo moderno, en donde los cambios se dan a una velocidad vertiginosa, es necesario tener un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y, hagan posible disminuir el riesgo de errar al decidir la ejecución de determinado proyecto. A ese conjunto de antecedentes justificatorios en donde se establecen las ventajas y desventajas que significa la asignación de recursos a una determinada idea o a un objetivo determinado se lo denomina “Evaluación de Proyectos”

Además de la decisión de ejecutar o no un proyecto, la fase de evaluación nos brinda la posibilidad de retroalimentar de información al mismo y decidir cambiar su enfoque. Esto es, basados en la simulación que representa la evaluación, podemos realizar cambios en la fase de formulación del mismo, para que funcione de mejor forma. Sin embargo, debemos de ser lo mas realistas posibles en realizar cualquier cambio en formulación del mismo. Los cambios que podemos hacer en esta fase se limitan a aquellos factores sobre los cuales nosotros tenemos incidencia, no a un cambio en el nivel de “optimismo” del proyecto. Debemos de recordar, que “el papel aguanta todo”, y que el objetivo final de la evaluación del proyecto es tomar la decisión correcta, para lo cual debemos de ser los mas realistas posibles.

Etapas de un Proyecto de Acuicultura

Descrito en forma general, un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.
De esta forma, pueden haber diferentes ideas, inversiones de diverso monto, tecnologías, metodologías con distintos enfoques, pero todas ellas destinadas a resolver las necesidades del ser humano en todas sus facetas. El proyecto de inversión se puede describir como un plan que, si se le asigna determinada cantidad de recursos monetarios y se le proporcionan insumos de varios tipos, podría producir un bien o un servicio a la vez que generara rentabilidad sobre los recursos aportados a él.

La evaluación de un proyecto de inversión, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Solo así es posible asignar los escasos recursos económicos a la mejor alternativa.

Aunque cada estudio de inversión es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica a cada uno de ellos tiene la particularidad de poder adaptarse a cualquier proyecto. Entre las áreas generales en las que se puede aplicar la metodología de la evaluación de proyectos en acuicultura tenemos:

- Instalación de una nueva finca/ planta.
- Cultivo de una nueva especie en una finca ya existente.
- Ampliación de la capacidad instalada.
- Sustitución de equipos o maquinaria.
- Cambio de políticas de manejo / Uso de distintos productos.
- Integración vertical o Outsourcing?

Aunque las técnicas de análisis empleadas en cada una de las partes de la metodología sirven para hacer algunas determinaciones, el estudio no decide por sí mismo, sino que provee las bases para decidir, ya que hay situaciones de tipo intangible, para las cuales no hay técnicas de evaluación y esto hace, en la mayoría de los problemas cotidianos, que la decisión final la tome una persona y no una metodología.

Se distinguen tres niveles de profundidad en un estudio de evaluación de proyectos:

Perfil.-

Al nivel más simple en la evaluación de proyectos se le llama perfil, gran visión, identificación de la idea, el cual se elabora a partir de la poca información existente, el sentido común, la experiencia y el “feeling”. En términos monetarios solo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones de campo.

Los principales pasos en esta etapa son: la idea del proyecto, la detección de necesidades y el análisis del entorno.

Todo empieza con una idea. Cada una de las etapas siguientes es una profundización de la idea inicial, no solo en lo que se refiere a conocimiento, sino también en lo relacionado con investigación y análisis. No importa de donde provenga la idea. La misma semilla puede dar diferentes frutos en diferentes mentes. Lo importante es que al fin esta semilla de idea se concreta en un plan general que debe de tener un marco de desarrollo específico de donde el proyecto surgirá.

La detección de necesidades depende grandemente de las experiencias del generador del proyecto. En esta fase se asumen muchas cosas que se desconocen basados en las experiencias y gustos particulares. No hay un estudio de mercado formal, pero se estima en forma general cual será la reacción del mismo al producto que el proyecto brindará. No se sabe de exactamente que precio o que volumen de ventas se pueda conseguir, pero se estiman de manera general. Incluso puede que no se sepa si el producto se pueda cultivar / elaborar, pero hay la posibilidad de que pueda ser así.

El análisis del entorno corresponde a un análisis de prefactibilidad preliminar. En esta etapa, se puede consultar personas versadas en las diferentes disciplinas, pero sin incurrir en los costos de este estudio.

Esta fase nos deja con mas incógnitas que con respuestas. La investigación a estas incógnitas le corresponderá a la siguiente fase. El objetivo de esta fase es filtrar a bajo costo una serie de proyectos que, de pasar a la siguiente fase serían descartados, pero con un mayor costo.

Estudios de Prefactibilidad.-

El siguiente nivel se denomina “Estudios de prefactibilidad” o anteproyecto. Este estudio profundiza la investigación en fuentes secundarias y primarias en las áreas relacionadas, se plantea la tecnología que se piensa utilizar, se determinan los costos y la rentabilidad esperada, y, es la base en que se apoyan los inversionistas para tomar su decisión.
En el siguiente capítulo entraremos mas en detalle en los estudios particulares que forman parte de esta etapa.

Administración del proyecto.-

El último nivel, y el más profundo es el del proyecto definitivo. Contiene básicamente toda la información del anteproyecto, pero aquí son tratados los puntos finos. En este momento, además de la evaluación del proyecto se debe de finalizar con la fase de la administración del mismo. Y es cuando se pasa de solo papel a la verdadera realidad del mismo, en donde todas las suposiciones que se hicieron deben de ser probadas como verdaderas.

Aquí no solo deben de presentarse los canales de comercialización mas adecuados para el producto, sino que se deberán de tener listas las ventas del mismo. Se deben de actualizar las cotizaciones que se hicieron, presentar los planos definitivos, diagramas GHANT y PERT, y terminar con un presupuesto sobre el cual se medirá la eficiencia de la gestión.

Fundamentos de prefactibilidad para proyectos de Acuicultura

Si bien toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas con su implementación, la profundidad con que se realice dependerá de cada proyecto en particular.

Hay varios estudios que deben de realizarse para evaluar el proyecto. Cualquiera de estos que resulte negativo determinará que el proyecto no debe de realizarse.

Para tomar una decisión sobre un proyecto, es necesario que este sea sometido antes a un análisis multidisciplinario de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo no puede ser tomada por una sola persona con un enfoque limitado, o ser analizada desde solo un punto de vista. Aunque no se puede hablar de una metodología rígida que guíe las tomas de decisiones sobre un proyecto, sí es posible afirmar categóricamente que una decisión debe de estar basada siempre en el análisis de muchos antecedentes con la aplicación de una metodología lógica que abarque la consideración de todos los factores que participan y afectan al proyecto.

Entre los estudios de prefactibilidad que deben de realizarse al evaluar un proyecto podemos citar los siguientes:

Estudio de Viabilidad Comercial y de Mercado.-

El estudio de viabilidad comercial indicará si el mercado apetece o no el bien o servicio producido, cuantificará volúmenes, precios, sensibilidades, etc. Y, permitirá determinar si se debe de postergar o rechazar un proyecto, sin necesidad de asumir los costos de un estudio económico completo. En muchos casos, la viabilidad comercial se incorpora como parte del estudio de mercado en la viabilidad financiera.

Este estudio debe de incluir: Un estudio de la demanda, esto es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere a un precio determinado para satisfacer una necesidad. Un estudio de la oferta y la competencia, o, la cantidad de Bienes y servicios que se ponen o pondrán a disposición del mercado a un precio dado, y su participación del mercado. Un estudio de precios, en donde se deberá incluir la elasticidad, y pendientes de los mismos. Estudio de políticas de comercialización, que incluyen canales de distribución, niveles de descuentos, márgenes en la cadena, políticas de crédito, etc. Y un estudio de los proveedores, que deberá de incluir la disponibilidad, calidad y precio de los insumos, cantidad y tipo de proveedores y el poder de control que estos proveedores puedan tener sobre el proyecto.

El factor mercado es tal vez, el más decisivo o el que mayor efecto tendrá sobre el resultado final de la evaluación, ya que de nada sirve producir de la forma más eficiente un bien o servicio, si no podemos vender suficiente cantidad de él a un precio que nos garantice una rentabilidad adecuada.

En acuicultura en el Ecuador, es especialmente importante considerar este punto. Con base en la experiencia del camarón, en donde el mercado mundial ha sido capaz de absorber toda la producción del país, muchos productores han incursionado en cultivo de otras especies, las cuales han sido viables técnicamente pero no han logrado vender sus producciones a precios que garanticen rentabilidad. El problema de esto puede haber sido un débil estudio de viabilidad comercial y de mercado.

Estudio Macroeconómico.-

El estudio macroeconómico incluye el estudio de las diversas variables económicas del país en donde se va a realizar la producción, del de mercado destino y del de proveedores.

Todo esto es importante pues va a afectar directamente al proyecto. Por ejemplo tenemos: tasas de inflación internas que van a afectar nuestros costos de producción, tasas de inflación externas que van encarecer los insumos importados, políticas cambiarias que pueden encarecer o abaratar los insumos importados y/o afectar al precio que recibimos de las exportaciones, políticas salariales, crecimiento de la economía, y desempleo en nuestros mercados, tasas de interés nacionales y extranjeras, políticas monetarias, etcétera.

En proyectos de acuicultura para la exportación, las principales variables macroeconómicas nacionales que afectarán al proyecto son inflación y tipo de cambio, las cuales determinan el rezago cambiario.

Si bien el estudio macroeconómico en si no va decidir el realizar o no el proyecto, la información por él proporcionada va a afectar el análisis del mismo mediante los otros estudios.

Estudio de Viabilidad Técnica

El estudio de viabilidad técnica estudia las posibilidades materiales, físicas, químicas, tecnológicas y biológicas de producir el bien o servicio que desea generarse con el proyecto. Muchos proyectos nuevos necesitan de ser probados y pulidos técnicamente parra garantizar la viabilidad de su producción, incluso antes de determinar si son viables desde el punto de vista de su rentabilidad financiera o económica. Otros proyectos, los cuales ya se han determinado que son viables técnicamente, pero se debe decidir sobre que metodología de producción se utilizará.

Aquí se incluirán la ingeniería del proyecto, los análisis de operaciones, de localización, de tamaño, volúmenes de producción y necesidades de recursos. Técnicamente pueden haber varias maneras de lograr el mismo producto. Uno de los objetivos de este estudio es definir la función de producción que optimice los recursos disponibles en la producción del bien o servicio. De aquí podrá obtenerse información de las necesidades de activos fijos, capital de trabajo, mano de obra, recursos materiales, recursos biológicos y recursos hídricos.

En acuicultura, cuando se trata de proyectos nuevos, este tema adquiere especial importancia, ya que deberá determinarse en primera instancia si se puede producir el organismo en cuestión. Para esto se pueden desarrollar cultivos experimentales o pilotos, los cuales nos darán la información empírica necesaria para poder hacer mejores proyecciones sobre lo que podría ocurrir en un sistema de producción comercial.

Estudio de Viabilidad Legal.-

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que impidan su funcionamiento en los términos que se habían previsto, no haciendo recomendable su ejecución. Por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización o el uso del producto, uso de zonas de reserva, etc.

Estudio de Viabilidad de Gestión.-

El estudio de viabilidad de gestión es el que normalmente recibe menos atención, a pesar de que muchos proyectos fracasan por falta de capacidad administrativa. El objetivo de este estudio es, principalmente, definir si existen condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implementación, tanto en lo estructural como en lo funcional. La importancia de este aspecto hace que se revise la presentación de un estudio de viabilidad financiera con un doble objetivo: estimar la rentabilidad de la inversión y verificar si existen incongruencias que permitan apreciar la falta de capacidad de gestión. Los que actúan así plantean que si durante la etapa de definición de la conveniencia de un negocio se detectan inconsistencias, probablemente el inversionista podría actuar con la misma liviandad una vez que el proyecto esté en marcha.

Dentro de este estudio se incluye el estudio organizacional y administrativo.

Muy probablemente, el equipo humano que manejará el proyecto será el que haga la diferencia entre fracasar o triunfar un proyecto dado. Estas personas, por lo tanto deberán de estar comprometidas con el proyecto, tener habilidades gerenciales, administrativas y financieras, conocer muy bien el negocio y su manejo, conocimiento de mercadeo y habilidad para manejar el grupo humano.

Es por eso importante conocer el equipo gerencial, la organización que se piensa tener cuando ya se ponga en marcha el proyecto, porque se piensa poner estas personas en estos puestos, calificaciones que tengan para el puesto, debilidades y como se piensa compensarlas, etc.

Estudio de Impacto Ambiental.-

En los últimos años ha cobrado auge la conservación de los recursos y del medio ambiente. Bajo este esquema, se ha hecho indispensable, desde el punto de vista de responsabilidad con la sociedad, el determinar el Impacto Ambiental que el proyecto tendrá.

Toda actividad del hombre generará un impacto en el medio ambiente. La acuicultura, al igual que la agricultura y la ganadería, trabajando tan de cerca con los recursos naturales, tendrá lógicamente un efecto directo en los mismos. El objetivo de este estudio es determinar la magnitud de estos impactos, evaluar sus desventajas frente a sus ventajas (por ejemplo, menor impacto en la pesca de poblaciones naturales) y presentar alternativas para reducir este impacto.

No se debe de tomar a la ligera este estudio. Especialmente porque la acuicultura depende en gran parte de la naturaleza, por lo cual, cualquier deterioro del medio ambiente influenciará en la producción del sistema acuícola.

Otro punto importante a considerar aquí, es la influencia que pueda tener el método de cultivo en la percepción que tenga el consumidor final sobre el producto, influenciando de esta forma en la demanda y precio, o hasta en embargos comerciales auspiciados por grupos ecologistas.

Estudio de Viabilidad Financiera.-

El estudio de viabilidad Financiera de un proyecto determina, en último caso, su aprobación o rechazo. Este mide la rentabilidad que retorna a la inversión, todo medido en bases monetarias.

En este módulo, vamos a centrarnos principalmente en este estudio, y a él le dedicaremos la mayor parte del resto del mismo.

Aunque, por no ser el objetivo de este curso, no analizaremos en detalle los otros estudios de prefactibilidad, debemos de tener en cuenta que estos son necesarios, y, que ellos van a ser los que nos proporcionen información indispensable para este último y, que el proyecto será viable si, y solo si estos otros estudios son positivos.

La profundidad con que se analice cada uno de estos elementos dependerá, como se dijo de las características de cada proyecto. Obviamente, la mayor parte requerirá mas estudios económicos, de mercado y técnicos. Sin embargo, ninguno de los otros debe descartarse en el estudio de factibilidad de un proyecto.

Plan de Inversión en operaciones Acuícolas

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto pueden agruparse en tres tipos: activos fijos, activos intangibles y capital de trabajo.

Inversiones en Activos Fijos.-

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos y materia prima, o que sirvan para la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos entre otros los terrenos (en caso de ser propios), las obras físicas (movimiento de tierra, edificios, piscinas, compuertas, carreteros, canales, pozos, tanques, oficinas administrativas, etc.), equipos y maquinarias (bombas, motores, barcos, calderos, tractores, tanques, aireadores, etc.), vehículos (camiones, camionetas, motos, carros, botes, etc.), Equipos de oficina (computadoras, teléfonos, radios, etc.), Infraestructura de apoyo (Agua potable, red eléctrica, etc.).

En general se debe de considerar a un activo fijo a aquellos activos que por su valor y su duración sea necesario considerarlos como tal. Por ejemplo una computadora de $1,000 que puede durar varios años si es un activo fijo, pero un reactivo que cueste $1,000 y que se gaste en un mes es un gasto. Por otro lado una piedra de moler que dura 20 años pero que no cuesta ni $1, tampoco es un activo fijo. Que exactamente se considera un activo fijo y que un gasto depende de la política de la compañía, la cual determinará cual es valor mínimo para considerar un bien como activo fijo.

Para efectos contables, los activos fijos están sujetos a depreciación, la cual afectará el resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. La depreciación no es mas que una forma de trasladar el valor del equipo que estamos usando al costo del producto durante su vida útil. Se basa en la idea que el activo fijo producirá durante su vida útil una cantidad determinada de productos, y que por lo tanto se debe de transferir su costo a todos esos productos. Debido a su efecto en los cálculos fiscales, existe una tabla en el código tributario que indica a cuanto tiempo se debe de depreciar cada tipo de activo. Esta tabla la podemos ver en el anexo 1.

En el esquema de flujo de efectivo que utilizaremos, es importante recordar que la depreciación no genera un egreso. El egreso se lo realiza al momento de comprar el activo fijo, y la depreciación sólo es una figura que permite trasladar dicho valor al costo de venta, y, su principal importancia en la evaluación de proyectos es como escudo fiscal.

Los activos fijos a incluir en el proyecto vendrán dados por el estudio técnico. Es necesario incluir todos los activos necesarios para la operación, las construcciones, etc. Es importante considerar un calendario de adquisición de los activos y un calendario de desembolsos para su adquisición.

En el taller práctico consideraremos ejemplo de algunos activos fijos necesarios para la puesta en marcha de varios proyectos de acuicultura y veremos como las decisiones de ingeniería o manejo técnico afectarán a las decisiones de cuales activos adquirir y cuando adquirirlos.
Además de las inversiones de capital previas a la puesta en marcha, es importante proyectar las reinversiones de remplazo y las nuevas inversiones por ampliaciones que se tengan previstas. Es preciso elaborar calendarios de reinversiones de equipos durante la operación del proyecto para maquinaria, equipos, vehículos, etc. El calendario de remplazo de activos debe de ser elaborado de acuerdo al período real de vida útil del activo y no de acuerdo al de depreciación.
Los terrenos no generan depreciación, y al contrario, en mucho casos se revalorizan. En algunos casos específicos, los terrenos pueden perder valor, pero por lo general, en las evaluaciones de proyectos se considera constante el valor del terreno, a no ser que se tengan buenas evidencias de que el valor del terreno pueda cambiar en el tiempo.

Inversiones en Activos Intangibles.-

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por servicios o derechos adquiridos o gastos preoperativos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Entre estos podemos incluir los gastos de constitución, patentes y licencias, concesiones de terrenos, u otros gastos preoperativos como por ejemplo el desarrollo de líneas de reproductores, gastos de investigación, gastos puesta en marcha, capacitación preoperativa, etc. Los gastos de puesta en marcha son todos los que deben de realizarse al iniciar el funcionamiento de la operación y, hasta que esta alcance un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán de un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proyecto. Por la necesidad de que los ingresos y egresos queden registrados en el momento real en que ocurren, estos se incluirán en el ítem de inversiones que se denominará “gastos de puesta en marcha”
En general el concepto de activos Intangibles es similar al de activos fijos, es decir son egresos que se generan en un momento dado, pero que son necesarios para todo el funcionamiento después de ellos.
Los activos intangibles no se deprecian, pero se amortizan. El concepto es similar, y consiste en trasladar al costo poco a poco durante cierto tiempo el valor que ya se desembolsó. Al Igual que la depreciación, la amortización afectará indirectamente al flujo de caja como un escudo fiscal.

Inversiones en Capital de Trabajo.-

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados.
En una finca camaronera por ejemplo, el capital de trabajo debe de garantizar la disponibilidad de recursos suficientes para pagar al personal, comprar materiales, insumos y materia prima, llenar las piscinas, adquirir la semilla, comprar alimento balanceado, cubrir los costos de ope-

ración, tener inventarios de materiales y de camarón en cultivo y cosechar las primeras piscinas hasta que la empacadora liquide la pesca y logremos un flujo de efectivo positivo suficiente para cubrir las necesidades de operación a corto plazo del negocio. El capital de trabajo en otras palabras es el dinero que necesita la empresa para seguir operando.

En una planta de alimento balanceado debemos de considerar además los recursos necesarios para crear un inventario de producto terminado para la venta y el hecho que buena parte de las ventas se realizan a crédito, por lo que necesitaremos cubrir este tiempo de espera entre la venta y el cobro de las cuentas.

No deberemos de olvidar el considerar el efectivo que deberemos de mantener en caja y bancos, el cual forma también parte del capital de trabajo.

A pesar de que el capital de trabajo es un activo corriente, ya que se encuentra generalmente distribuido entre inventarios en proceso, de producto terminado y de materiales, caja y bancos y cuentas por cobrar, en la práctica y para efectos de la evaluación del proyecto se considerará una inversión a largo plazo, ya que el mismo deberá de continuarse reinvirtiendo en el proyecto para mantenerlo funcionando, y solo se lo podrá recuperar al finalizar el proyecto paralizándolo.

Hay varias formas de estimar el capital de trabajo necesario para llevar a cabo un proyecto. Nosotros en este módulo utilizaremos el Método del déficit acumulado máximo. Este método supone calcular para cada mes los flujos de ingresos y egresos proyectados y determinar su cuantía como el equivalente al déficit acumulado máximo. Por ejemplo, si los ingresos empiezan al sexto mes, y los egresos tienen lugar desde el inicio, puede calcularse el déficit o superávit acumulado de la siguiente manera (en 000's US$):

Mes	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Ingresos por Venta	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**341**	**341**	**341**	**341**	**204**	**0**	**250**
Preparación	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	0	6
Larva	-	52	52	52	52	35	43	43	43	43	35	0
Balanceado	-	9	16	26	34	41	40	41	40	38	39	39
Q&F	-	1	2	4	5	6	6	6	6	6	6	6
ano Obra	14	15	19	24	24	24	24	24	24	32	24	24
Otros Costos Cultivo	15	18	21	24	28	29	29	29	29	29	29	29
Gastos Cosecha	-	-	-	-	-	1	1	1	1	0	0	1
Gastos Generales	3	20	13	17	23	25	24	24	18	17	23	18
Total Egresos	**38**	**121**	**129**	**153**	**171**	**167**	**173**	**174**	**167**	**170**	**157**	**122**
Flujo	(38)	(121)	(129)	(153)	(171)	173	168	167	174	33	(157)	128
Flujo Acumulado	**(38)**	**(159)**	**(288)**	**(441)**	**(611)**	**(438)**	**(270)**	**(103)**	**71**	**104**	**(53)**	**75**

Al disminuir a partir del mes 6 el flujo acumulado negativo, no disminuye la inversión en capital de trabajo. De la misma manera. Cuando el saldo se convierta en positivo, no significa que ya no se necesita de esta inversión, por el contrario, el déficit máximo acumulado refleja la cuantía de los recursos por cubrir durante todo el tiempo en que se mantenga el nivel de operación que permitió su cálculo. Ya que como se aprecia en el mes 11 puede haber meses en que se vuelva a necesitar de este capital.

Valores ya desembolsados.-

Es importante considerar atentamente el tratamiento de los valores a invertir que ya se han desembolsado.

Cuando se trata de activos que puedan ser utilizados en otro proceso de producción o incluso venderse, entonces deberemos de considerar estos activos como parte del desembolso, sin embargo, debemos de prestar atención al valor que les vamos a asignar. Este valor no debe necesariamente ser el valor por el desembolsado, ni el valor en libros del mismo, ya que podemos estar sobre o sub valorando el activo, lo cual afectará al resultado previsto del proyecto. Una alternativa viable puede ser usar el valor de mercado del bien, o el valor que podemos obtener haciendo producir dicho bien en otro proceso.

En el caso de egresos ya incurridos, pero que no pueden ser recuperados, como puede ser el caso de activos que solo sirvan para un propósito y de los que no puede obtenerse nada de su venta, generalmente estos no deben de ser considerados, ya que tanto si ejecutamos el proyecto como si no lo hacemos no habrá una diferencia en el valor ya desembolsado. Estos se los conoce como “Costos Hundidos” o “Sunken Costs”.

Valor de desecho.-

Al igual que se consideran las inversiones necesarias para la puesta en marcha del proyecto, hay que considerar que al final de la vida del proyecto se puede recuperar una buena porción de este efectivo.

Si se considera solamente el valor en libros, se puede tener una apreciación demasiado conservadora del valor real que se podría obtener por el proyecto al terminar este. Debemos de recordar que algunos activos tienen un tiempo de vida mayor que su vida útil contable, además, normalmente se contemplan valores de mantenimiento mayor dentro del proyecto para asegurar que los activos en su mayoría se encuentren totalmente operativos en todo momento.

Por último, debemos de recordar que al final de la vida del proyecto, no estaremos vendiendo activos fijos por separado, sino un ente productivo en estado operacional, y, en caso de no haberse considerado una paralización de actividades al final de la vida del proyecto (con su respectiva recuperación de capital de trabajo), incluso con inventarios. Por esta razón, algunos autores recomiendan considerar al final de la vida útil del proyecto una recuperación por la venta del proyecto, la cual debería ser igual al valor de dicho proyecto en el futuro. Una forma de considerar esto es considerar al final de la vida del mismo el valor equivalente a una perpetuidad o anualidad a largo plazo por un valor similar a los flujos de caja de los últimos años.

Estructura de Costos, Ingresos y Egresos en Sistemas de Producción Acuícola

Debemos de recordar que el método que utilizaremos para evaluar los proyectos se basa en ingresos y egresos de efectivo, no en costos de producción ni en costos de ventas, sin embargo, la estimación de costos futuros constituye uno de los aspectos centrales del trabajo del evaluador. Esto se debe en parte, porque para poder definir todos los egresos, se deberá de calcular primero la situación contable de la empresa. Además, se requiere del uso de una estructura contable, puesto que para la toma de decisiones se requerirá adicionalmente de ella para determinar los efectos reales de los costos que se desea medir en una situación determinada.

Una manera de proyectar tanto los costos como los egresos resulta de simular el sistema de producción e identificar de forma separada tanto los movimientos de costo como los de los egresos. La ventaja de este método es que da mayor precisión, especialmente en ciclos de cultivos largos, como suele suceder en acuicultura.
Repasemos algunos de los costos /egresos que se llevan a cabo en sistemas de acuicultura, pero tengamos en cuenta que estos son solo ejemplos, y como y cuales costos y egresos se consideren van a depender de cada proyecto en específico y del criterio del evaluador. El objetivo de esta sección, mas que pretender recopilar todos los costos en sistemas de producción acuícolas, es el obligar al participante a reflexionar sobre los mismos.
En el Anexo 2 se encuentra una tabla de precios de algunos insumos más comúnmente utilizados en una camaronera.

Reproductores.-

Los reproductores son usados en sistemas de producción de semillas (Hatcheries, Desovaderos, maduración, producción de alevines, etc.).
En casos en donde la esperanza de producción o de vida es conocida y su costo relativamente alto, como por ejemplo con líneas de reproductores especiales, el costo de los reproductores se puede amortizar con base en estos valores. En casos en donde la vida de los mismos es corta y su producción puntual, por ejemplo en los desovaderos de camarón, ellos se pueden considerar como materia prima. En situaciones, en donde el costo de los mismos es relativamente bajo, o en donde se requiere un remplazo periódico de los mismos, puede considerarse su costo como un costo del período.
Dependiendo del tipo de negocio, el costo de los reproductores va a reflejarse finalmente en el costo de la semilla, de donde puede pasar al costo de venta (en caso de venta) o al costo de producción en caso de cultivo de engorde.
Dependiendo del sistema, los reproductores pueden ser considerados costos variables o fijos.

Los egresos se generarán al momento de adquirir los reproductores, pero solo se generarán ingresos en caso de ventas a terceros. En caso de transferencia de la semilla a un sistema de engorde no.

Semillas.-

La semilla es la base del sistema de producción acuícola. Esta puede ser capturada directamente, producida o comprada.

En la captura, por ejemplo en el caso de fijación de mejillones, ostras, algas, o larvas de camarón a inicios del boom camaronero en Ecuador, no se paga un valor específico por la larva, pero se incurren en ciertos costos/egresos para capturarla. Estos costos puede considerárselos como parte del costo de operación por lo que son difíciles de identificar.

En el caso de la producción propia de semilla, por ejemplo en un laboratorio de larvas con sus propias instalaciones de maduración (en este caso se considera semilla a los nauplios producidos) los costos de semilla se generarán durante la maduración, y al pasar al engorde (larvicultura), se transferirá el costo, pero no habrá egreso de efectivo, ya que el egreso ya se dio durante el proceso de maduración. Igual se puede decir de un cultivo de 2 fases, en donde en el precriadero se cultiva la semilla, incurriendo en costos y egresos durante su cultivo, y, al transferir los juveniles al sistema de engorde se transfieren todos los costos que se habían incurrido en el precriadero (semilla, alimento, químicos, etc.), pero no se incurre en ningún egreso en ese momento.

El caso más sencillo de visualizar es en el cual compramos la semilla a una tercera persona. En este caso, el costo de producción y el egreso se generarían al mismo momento (a no ser que compremos por adelantado o a crédito).

Mano de Obra.-

Existen 2 tipos de mano de obra. La variable y la fija. La Mano de Obra variable puede calcularse fácilmente con base en una tasa de Sucres o Dólares por unidad producida.

Para la mano de obra fija es necesario calcular el efecto de los beneficios sociales en los desembolsos de efectivo y su amortización al costo.

Además puede dividirse la mano de obra en directa e indirecta.

Mano de obra directa es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado.

Mano de obra indirecta es aquella que es necesaria en el departamento de producción, pero que no interviene directamente en la transformación de las materias primas. Se incluyen aquí al personal de supervisión, etc.

La cantidad de mano de obra que se utilice para el proyecto dependerá del tipo de cultivo y de la ingeniería de producción. Generalmente los cultivos extensivos requieren menor cantidad de mano de obra y menos calificada que para los cultivos extensivos.

Las proyecciones de costo de mano de obra deben de ir acordes con las políticas salariales de la compañía y del gobierno.

No debemos de olvidarnos de incluir dentro de este rubro todos los otros costos relacionados con la mano de Obra, como pueden ser alimentación, uniformes, transporte, capacitación, etc.
En el Ecuador, por el complicado esquema salarial, debemos de tener cuidado de representar correctamente el pago de beneficios sociales, ya que estos suelen ocurrir de una forma puntual en distintos momentos del año.

Insumos.-

Los insumos y materiales generalmente son comprados algún tiempo antes de usarlos. En este momento se generaría el egreso (a no ser que se compre a crédito). Y pasan a la bodega de materiales (inventario de Materiales). El costo de producción se genera al momento de utilizar el insumo o material. Entre los principales insumos y materiales que se utilizan en cultivos acuícolas tenemos Alimentos, Químicos, Fertilizantes, Combustibles y otros materiales.
Estos en general van a variar de acuerdo a la especie y sistema de cultivo.
Se debe de considerar aquí los valores de flete y transporte, almacenamiento y manejo. Los descuentos sobre las compras pueden ser deducidos del valor de la factura.

Alimentos.-

Gran parte de los cultivos acuícolas necesitan del alimento para su producción. Excepciones a esto pueden ser los cultivos de algas, cultivos extensivos, cultivos de animales filtradores (ostra, mejillón), etc. En general, se puede considerar al alimento como uno de los costos más importantes de un cultivo acuícola.
Un punto que debemos de tomar en cuenta al momento de elaborar el proyecto es que el alimento no es consumido de igual manera durante el ciclo de cultivo, por lo que hay que evaluar si existirán picos de consumo relacionados con los ciclos de siembra.
El alimento se puede considerar casi siempre como un costo variable, en función del volumen de producción. Esto es por cada unidad de producto, se necesitará utilizar determinada cantidad de alimento (factor de conversión alimenticia). Sin embargo, en caso de otros sistemas, como en el de reproductores, puede ser una cantidad fija en función de tiempo y biomasa, esto es, se alimenta una cantidad dada por unidad de tiempo sin necesidad de estar relacionada con el volumen de producción.

Químicos y Fertilizantes.-

Dependiendo del tipo de cultivo y el tipo de químico, los químicos y fertilizantes se pueden considerar de varias formas.
Fijos.- es decir que se tiene determinado consumo, sin importar el volumen de producción.
Variables en función de la producción.- Los que se aplican en función directa a la cantidad de producto producido.

Variables en función de área.- los que se aplican en función al área o volumen de cultivo pero no necesariamente en función de la cantidad de producción. Por ejemplo la fertilización en piscinas camaroneras, la cual es en función de área y tiempo y no de densidad de siembra.

Preparación.-

A veces es conveniente agrupar los costos que se incurren antes de sembrar una unidad de producción en este rubro. Una de las ventajas de hacerlo incluyen el que de esta forma podemos saber cuando se realizará el egreso (al inicio de cada ciclo productivo), y a que podemos evaluar este costo variable por separado.

Gastos de Cosechas.-

De igual manera, hay una serie de costos relacionados con la cosecha del producto que pueden identificarse y relacionarse muy bien con el volumen de producción. También es una ventaja el poder saber que este egreso se lo realizará al final del ciclo productivo.

Mantenimientos.-

Este servicio se lo contabiliza por separado, ya que puede presentar características especiales. Se puede dar mantenimiento preventivo o correctivo a los activos fijos. El costo de los materiales y la mano de obra que se requieren se cargan directamente al mantenimiento, ya que pueden variar mucho en ambos casos.
Generalmente el costo de mantenimiento puede estimárselo como un porcentaje del costo de los activos.
Este costo generalmente irá creciendo con el tiempo, siendo menor al adquirir un equipo y aumentando progresivamente.
Lo importante de este rubro es que al considerárselo, estamos prolongando la vida útil de los equipos, lo cual influenciará en que el valor de desecho del proyecto sea mayor.

Energía y Combustibles.-

En algunos casos, este rubro puede ser considerable, por lo que puede ser conveniente identificarlo por separado. Su costo puede ser proyectado dependiendo del tipo de maquinaria que se vaya a utilizar.

Otros Costos de Producción.-

Aquí entran todos los otros costos que entran en la producción del bien, pero que no se pueden encasillar en los otros rubros.

Depreciación y Amortizaciones.-

La depreciación y las amortizaciones son costos virtuales, ya que se tratan y tienen el efecto de costos sin generar un desembolso. La importancia de estos rubros en el flujo de caja reside en su influencia sobre el pago de impuestos como escudo fiscal.

Para calcular el monto de los cargos se consideran los porcentajes que constan en el código tributario en el Anexo 1.

Gastos Generales y de Administración.-

Son, como su nombre lo indica, los gastos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, pueden no solo significar los sueldos del gerente y de los contadores y secretarias, así como el alquiler de las oficinas, pero en una empresa más grande puede llegar a ser un valor representativo.

Gastos de Venta.-

Aquí se incluyen todos los gastos relacionados con la venta del producto.

Gastos Financieros.-

Son los intereses que se deben de pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se los incluye en los generales y de administración, pero es más conveniente registrarlos por separado.

Aspectos Financieros.- Flujo de Caja y Valor del dinero en el tiempo.

Dice el refrán popular: "Mas vale pájaro en mano que ciento volando". Esto es cierto, pero solamente al costo de oportunidad apropiado. Normalmente, una unidad monetaria vale mas hoy que en el futuro, pero, cuánto más, depende del costo de oportunidad. Un ejemplo claro de este hecho son las tasas de interés, las cuales no son mas que el costo de tener el dinero en este momento en vez de en el futuro.

Podemos definir interés como "una cantidad que se paga por emplear el dinero ajeno" (Budnick, 1990). Este pago se lo hace para compensar al dueño del dinero por haber sacrificado la oportunidad de utilizarlo en otra actividad que le habría generado un rendimiento financiero. Es decir, el pago del interés repone el retorno que el dueño del dinero habría ganado si lo hubiese invertido en vez de prestarlo. De esta manera, Los bancos pagan intereses sobre los dineros en ellos depositados por los ahorristas, y a su vez, cobran intereses a las personas a quienes prestan este dinero. Para analizar los efectos del valor del dinero en el tiempo, pueden usarse dos esquemas de operación, en cada uno de los cuales el interés adquiere un significado muy particular. Cuando hablamos al nivel de prestamista – prestatario, el interés toma el nombre de "Costo de Capital". Cuando hablamos al nivel de inversionista – proyecto, el interés toma el nombre de "Tasa de retorno" o "Rentabilidad"

Cálculo de Valor Futuro.-

Como dijimos, interés es el valor que se paga por usar el dinero ajeno. De esta manera, la cantidad que se debe pagar en el futuro es el interés más el valor original actual. La relación entre el interés y el valor original se denomina "tasa de interés":

$$i = \frac{VF - VA}{VA}$$

La cual es la fórmula del interés simple. Despejando podemos obtener la fórmula del Valor Futuro del dinero:

$$VF = VA \times (1 + i)$$

En donde VF es el valor futuro del dinero(la cantidad que se tendrá o deberá al final del período), VA es su Valor Actual (el valor del capital invertido o prestado en este momento) e *i* es la tasa de interés (la relación entre el interés y el capital, recordar que como se trata de porcentajes x% = x/100, ej. : 15%=0.15).

Por ejemplo, si colocamos $100 por un año en un depósito que paga el 12% de interés simple anual, el valor que recibiremos después de un año es de VF=$100 x (1+0.12) = <u>$112</u>.

El interés compuesto parte de la misma fórmula, solo que considera que después de transcurrido el tiempo colocamos el dinero mas los intereses por otro periodo.

En el ejemplo anterior supongamos que al pasar el primer año colocamos el total del dinero por otro año mas en el mismo deposito. En este caso el valor a recibir al segundo año sería de VF=$112 x (1+0.12) = <u>$125.44</u> o, lo que es lo mismo:

VF=$100 x (1+0.12) x (1+0.12) = $125.44 o, también:

VF=$100 x $(1+0.12)^2$ =$125.44

Generalizando, la fórmula de valor futuro, considerando interés compuesto sería:

$$VF = VA \times (1+i)^n$$

En donde n, es el número de períodos. Y, ya que la fórmula del interés simple solo es un caso especial de esta fórmula (en donde n=1), esta será la única fórmula que utilizaremos para todo el curso.

Otro caso especial de esta fórmula es cuando existen varios períodos de capitalización. Esto no es más que decir que los intereses se pagan en un período menor que el que refleja la tasa de interés. Esto lleva a definir tasa de interés nominal y efectivo. Esto se lo explica mejor con un ejemplo:

Si un banco presta $1 a un año plazo a una tasa del 20% nominal, con pagos trimestrales(4 periodos por año) significa que cobrará un interés de 20% / 4 = 5% trimestral, y aplicando la fórmula anterior el valor futuro será de VF= 1 x $(1+0.05)^4$ =$1.2155, o en otras palabras, estará cobrando un interés efectivo del 21.55% anual.

En este curso, cuando hablemos de interés, siempre nos referiremos al interés efectivo anual compuesto a no ser que específicamente digamos lo contrario.

Costo de Oportunidad.-

Hemos dicho que el dinero no vale lo mismo en distintos momentos del tiempo.

El costo de oportunidad es el costo que yo tengo al no invertir mi dinero en alguna oportunidad que tengo actualmente.

Esto se visualiza sencillamente con el siguiente ejemplo: Supongamos que tengo $100, y que tengo oportunidad de colocar dichos $100 en un banco a un interés del 12% anual por un año.

Cualquier oportunidad de inversión que yo haga deberé de compararla con esta oportunidad, y la rentabilidad real será la diferencia entre las dos.

En este esquema de inversionista – proyecto, estaré dispuesto a invertir solamente si el retorno que me genera el proyecto es superior a una “tasa mínima de retorno” que en promedio pueda lograr en otras oportunidades o inversiones de igual riesgo que estén disponibles. Si el proyecto genera mas de la tasa mínima de retorno (o costo de oportunidad del dinero), el inversionista estará dispuesto a colocar sus dineros en el proyecto, razón por la cual esta tasa es el punto de aceptación o rechazo de una inversión.

En general, el costo de oportunidad depende de un gran número de factores relacionados entre sí, tales como: situación macroeconómica, estado económico del sector de operación, nivel de oportunidades del inversionista, posición frente al riesgo, nivel de inversión, etc. Estos factores determinan que en cada instante, para cada proyecto y para cada inversionista pueda existir un costo de oportunidad diferente, en otras palabras, este no es un valor fijo, sino un valor específico para el inversionista, el proyecto y el momento. Cabe anotar que el costo de oportunidad y el costo de capital no son iguales.

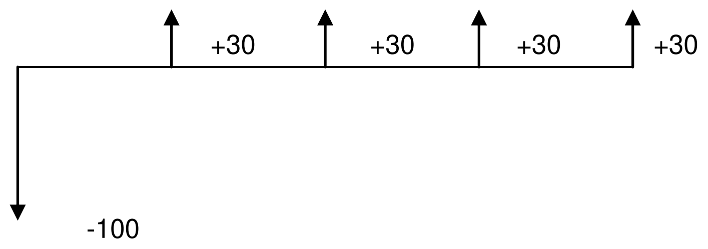
Los conceptos de valor del dinero en el tiempo, y costo de oportunidad, nos llevan a otro concepto que se denomina "equivalencia". Esto significa, que distintas cantidades de dinero, en distintos momentos del tiempo pueden tener igual valor financieramente. De esta forma, si su costo de oportunidad es del 15%, a Ud. Le daría lo mismo recibir $100 hoy que $115 después de un año, ya que de cualquier forma al siguiente año tendrá los $115.

Flujo de Caja Descontado y Valor actual.-

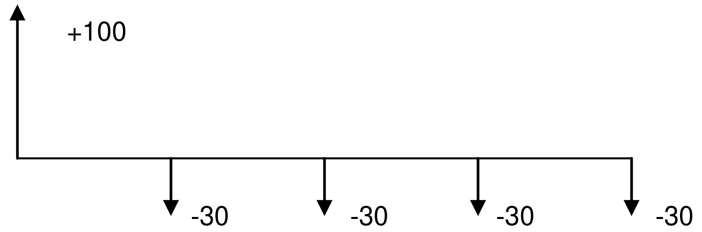
Todos estos ejemplos sobre los que hemos tratado son bastantes sencillos. Un ingreso y un egreso y un solo período. En los proyectos que evaluaremos tendremos mayor grado de complejidad, y deberemos considerar además de la tasa de oportunidad, la ubicación en el tiempo de los ingresos y egresos del proyecto. Por esto, para poder evaluar el proyecto es necesario realizar un flujo de caja. Cuando hablamos de un "flujo de caja", nos referimos al detalle de todos los ingresos y egresos que se dan a lo largo del tiempo.

Para visualizar mejor el flujo de caja, usamos una representación gráfica llamada "diagrama de flujo de caja", en donde representamos sobre una escala de tiempo, todos los ingresos y egresos como flechas hacia arriba y hacia abajo respectivamente. Estas flechas son proporcionales en longitud al valor del ingreso o egreso. Las mismas se representan sobre una línea horizontal que tiene puntos equidistantes que representan los periodos de capitalización. En general, se asume que el flujo de efectivo ocurrirá solamente al final de cada período (generalmente un año). El primer punto se conoce como momento 0.

Por ejemplo, si invertimos $100 hoy, y recibimos $30 cada año por los siguientes 4 años, podemos representarlo de la siguiente forma:



O, si por el contrario, obtenemos un préstamo de $100 y debemos pagar $30 por los siguientes 4 años, lo representaremos de la siguiente forma:



Como podemos ver, tenemos dinero en varios instantes del tiempo, y, como su valor es distinto en cada punto, no podemos compararlos. Para evitar este problema utilizamos un artilugio, esto es, convertimos todos los futuros ingresos o egresos a unidades presentes. Esto se conoce como “Valor Actual” o “Valor Presente” y se basa en el concepto de “Equivalencia” que ya vimos anteriormente. El concepto de Valor actual se puede resumir en que un sucre hoy vale mas que un sucre mañana, porque el sucre de hoy puede ser invertido para que empiece a ganar intereses inmediatamente. En este sentido, el Valor Actual (VA) de un pago a recibirse en el futuro puede ser encontrado multiplicando el pago futuro por un “Factor de Descuento”, y este factor de descuento se lo puede despejar de la fórmula del interés compuesto:

$$VA = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

o:

$$VA = \frac{VF}{(1+r)^n} = VF\frac{1}{(1+r)^n}$$

en donde “r” es el costo de oportunidad o “tasa de descuento” o en otras palabras, la rentabilidad que demandan los inversionistas por su dinero, y $1/(1+r)^n$ es el factor de descuento, o la pérdida que sufre el valor del dinero en el tiempo.

La herramienta financiera que utilizaremos para evaluar el costo del dinero en el tiempo se llama “flujo de caja descontado”. El flujo de caja descontado no es mas que traer a valor actual todos los flujos de efectivos futuros, descontándolos (comparándolos) con mi costo de oportunidad.

Aplicando la fórmula a cada uno de los flujos podemos traerlos a valor actual (supongamos un costo de oportunidad del 12%):

Para el momento 0 (hoy):

$VA = -100/(1+ 0.12)^0 = -100/1 = \underline{-100}$

Para el primer año:

$VA = 30/(1+ 0.12)^1 = 30/1.12 = +\underline{26.8}$

Para el año 2:

$VA = 30/(1+ 0.12)^2 = 30/1.254 = +\underline{23.9}$

Para el año 3:

$VA = 30/(1+ 0.12)^3 = 30/1.405 = +\underline{21.4}$

Para el año 4:

$VA = 30/(1+ 0.12)^4 = 30/1.574 = +\underline{19.1}$

En otras palabras, tener $19.1 hoy es equivalente tener $30 en 4 años, si se tiene un costo de oportunidad del 12%, tener $30 dentro de 3 años equivaldría a $21.4 hoy, etc.

Valor Actual Neto.-

El concepto del flujo de caja descontado nos lleva naturalmente al concepto de “Valor Actual Neto” (VAN) o “Valor Presente Neto” (VPN). En el ejemplo anterior, como ya tenemos calcula-dos los valores actuales de todos los ingresos y egresos de efectivo, podemos compararlos. La forma más sencilla es sumarlos: -100 + 26.8+23.9+21.4+19.1= -$8.8

Esta suma de Valores Actuales, positivos y negativos (ingresos y egresos) se conoce como Valor Actual Neto, y corresponde a la utilidad (o perdida) en moneda de hoy que estoy realmente obteniendo de una inversión. Y su fórmula es:

$$VAN = \sum_{n=0}^{t} \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Criterios de Evaluación Financiera y Económica y toma de decisiones

Todo el proceso de evaluación de proyectos de inversión tiene como objetivo básico la selección de los proyectos que optimizan la utilización de recursos limitados para alcanzar los objetivos del inversionista. En el caso de inversionistas privados, el objetivo es generalmente la rentabilidad.

Los criterios más usados en la evaluación financiera y económica de un proyecto de inversión son:

- El valor actual neto
- La tasa interna de retorno
- El periodo de recuperación de la inversión
- El periodo de recuperación descontado
- La tasa de retorno contable
- La relación entre el beneficio y el costo.

Valor Actual Neto.-

En el capítulo anterior ya vimos el concepto de Valor actual neto (VAN) y como calcularlo.

La regla del valor actual neto dice: "**Se deben de aceptar proyectos de inversión que tienen valores actuales netos positivos**". Esto equivale a decir que aceptamos proyectos cuyos flujos traídos a valor actual generen mas ingresos que egresos. En caso de decidir entre varios proyectos, se escogerá al que tiene mayor valor actual neto (sin importar la tasa de descuento de cada proyecto en particular).

Este es el principal criterio de evaluación que vamos a utilizar.

Tasa interna de retorno.-

Un criterio muy utilizado para la toma de decisiones sobre los proyectos de inversión es la tasa interna de retorno (TIR), que se define como "**La tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea igual a cero**". En otras palabras, la tasa de descuento a la cual el proyecto sería apenas aceptable mediante la regla anterior. Para cualquier tasa de descuento mayor al TIR, el VAN será negativo. La TIR es por lo tanto <u>la rentabilidad del dinero mantenido en el proyecto</u>.

La tasa interna de retorno se calcula igualando la fórmula del van a cero y despejando:

$$0 = \sum_{n=0}^{t} \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

Sin embargo, en la actualidad, con el uso de las computadoras este trabajo se simplifica enormemente.

Bajo el criterio de la tasa interna de retorno, **se aceptan los proyectos cuya tasa interna de retorno sea mayor que el costo de oportunidad del inversionista**. En caso de escoger entre varios proyectos, se escogerá al que tenga mayor tasa interna de retorno.

Cuando se trata de evaluar un solo proyecto, y, cuando el VAN de un proyecto sea una función continua decreciente, este criterio de selección nos dará la misma respuesta que el criterio del VAN, incluso tiene la ventaja que nos indicaría cual es la rentabilidad esperada del proyecto, sin necesidad de conocer el valor exacto del costo de oportunidad, sino simplemente si este es mayor o menor que la TIR calculada. Sin embargo, el uso de la TIR como regla principal de selección presenta ciertos problemas que analizaremos a continuación (ver taller 2). Además hay ciertos autores que argumentan que la TIR debería de ser llamada “Tasa <u>Externa</u> de retorno”, por cuanto depende de la tasa mínima atractiva, la cual no es interna para el proyecto, sino externa para el mismo.

Problemas con el uso de la TIR.-

1. <u>No reconoce el monto de la inversión.-</u>

Al igual que la relación de beneficio / costo que veremos mas adelante, el resultado de esta regla es una relación que nos indica porcentualmente una rentabilidad, y no el valor que se espera del proyecto. De esta manera, si tenemos los siguientes proyectos excluyentes entre sí:

Proyecto	**Año 0**	**Año 1**	**VAN @ 20%**	**TIR**
A	-$100	$150	$25	50%
B	-$10,000	$14,000	$1,667	40%

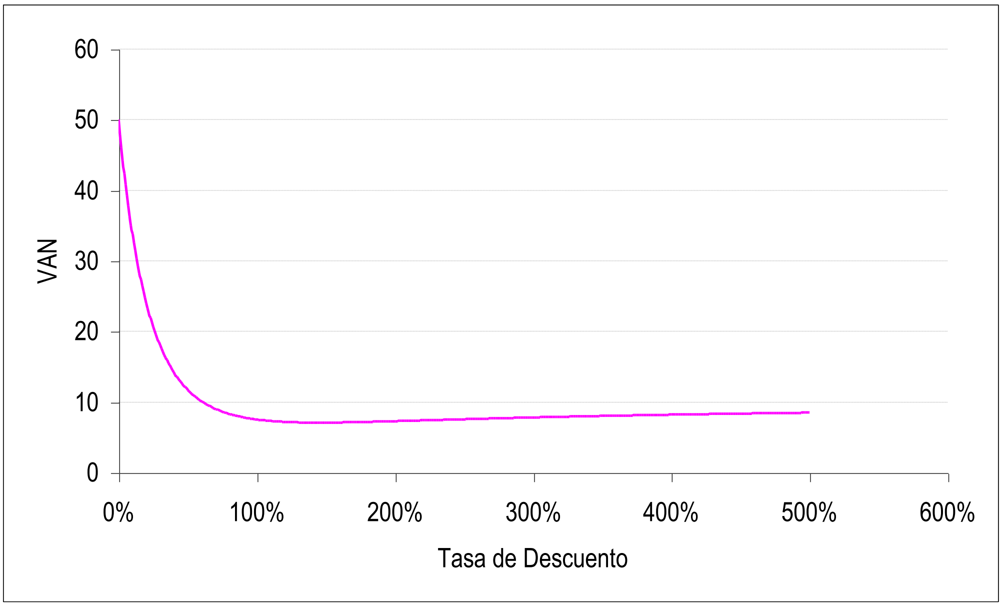
La regla de la TIR nos indicaría que deberíamos de optar por el proyecto A, mientras que la regla del VAN nos demuestra correctamente que el proyecto B es el más conveniente.

2. <u>Existen Flujos para los que no existe una TIR.-</u>

Algunos flujos con mas de un cambio de signo, no tienen siquiera una Tasa interna de retorno, esto es no existe una tasa de descuento que haga cero al VAN. Por ejemplo el siguiente Flujo:

Año	**<u>0</u>**	**<u>1</u>**	**<u>2</u>**	**<u>3</u>**	**<u>4</u>**
Flujo	10	-10	10	-40	80

Al aumentar la tasa de descuento desde 0, su VAN disminuye, hasta que en alrededor de 145% llega a un mínimo de cerca de 7, luego de lo cual vuelve a subir. Por lo tanto nunca cruza el eje x.

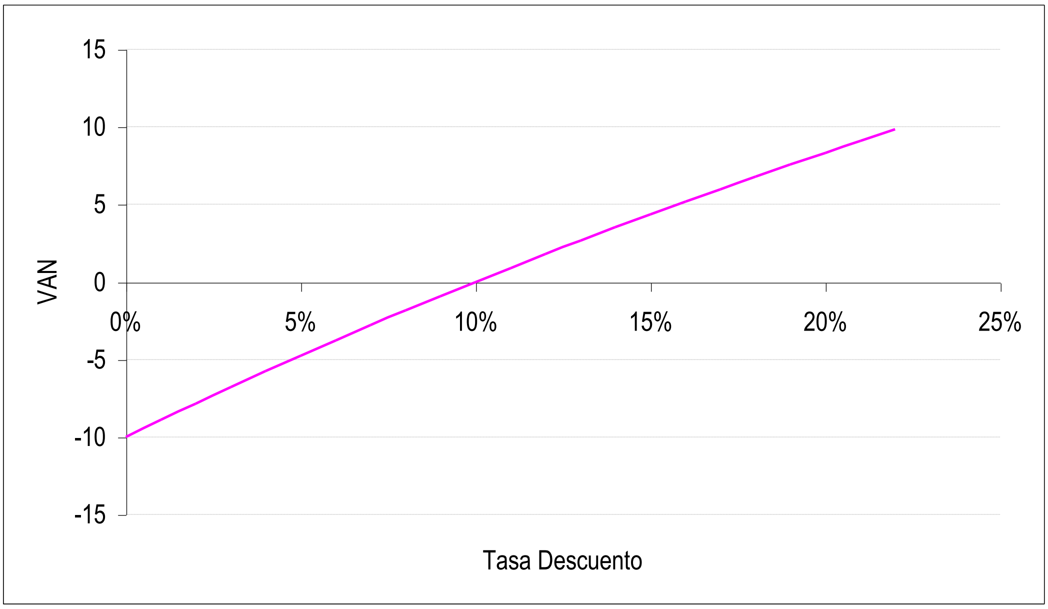


3. <u>No todos los flujos declinan cuando la tasa de descuento aumenta.-</u>

Ya que la TIR nos indica en que la ecuación del VAN cruza el eje x, esta no distingue si esta ecuación va subiendo o bajando. Considere el siguiente flujo:

Año	**0**	**1**
Flujo	100	-110

Cuando actuamos de prestamistas, queremos recibir una tasa mayor, pero cuando somos prestatarios queremos pagar una tasa menor. Al aumentar la tasa de descuento, observaremos que aquí el VAN se comporta de forma inversa que en un proyecto de inversión clásico en donde tenemos el desembolso inicial seguido de ingresos a lo largo del tiempo



4. <u>Existen flujos para los cuales existe mas de una TIR.-</u>

Existen flujos para los que existe mas de una tasa de descuento en donde el VAN se hace cero. Veamos por ejemplo el siguiente flujo:

Año	**0**	**1**	**2**
Flujo	(400)	2,500	(2,500)

Si calculamos matemáticamente la TIR para este flujo, tendremos:

$$0 = \frac{C_0}{(1+r)^0} + \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2}$$

y remplazando:

$$0 = \frac{-400}{1} + \frac{2500}{(1+r)} + \frac{-2500}{(1+r)^2} = \frac{-400(1+r)^2 + 2500(1+r) - 2500}{(1+r)^2}$$

y despejando:

$$400(1 + r)^2 - 2500(1 + r) + 2500 = 0$$

Lo cual corresponde a una ecuación de segundo grado del tipo:

$$\boldsymbol{a\,x^2 - b\,x + c = 0}$$

en donde:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

o sea:

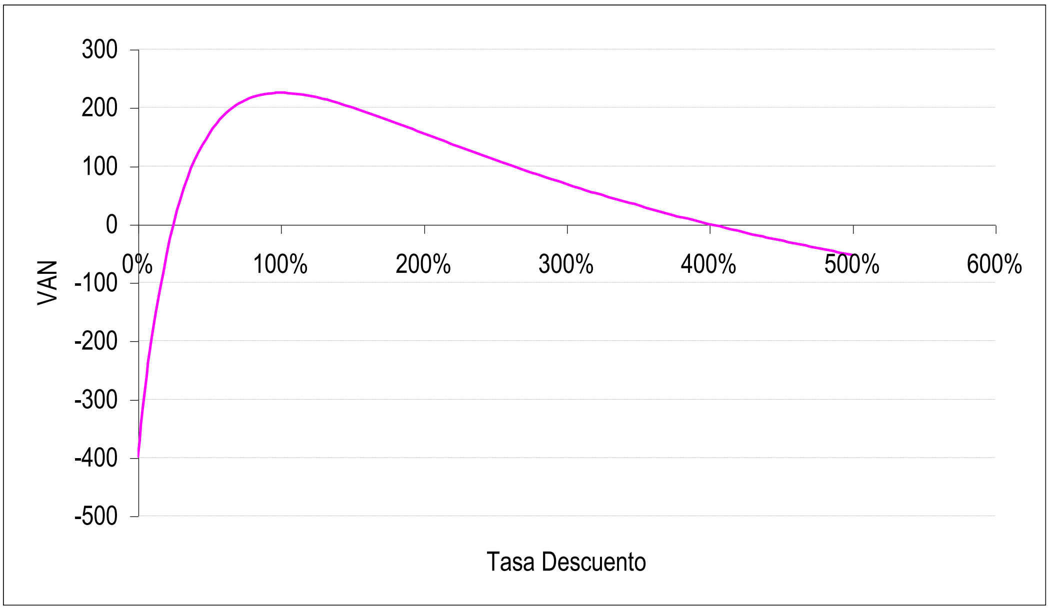
$$x = \frac{-(-2500) \pm \sqrt{-2500^2 - 4(400)(2500)}}{2(400)} = \frac{2500 \pm 1500}{800}$$

teniendo entonces =

r_1 = (2500 +1500)/800 –1 = 400%

r_2 = (2500 - 1500)/800 –1 = 25%

Esto se lo puede ver si representamos gráficamente la ecuación de su VAN, en donde al aumentar su tasa de descuento desde 0, este aumenta hasta que en 25% se vuelve positivo, y continua aumentando hasta que a una tasa del 100% llega a un máximo de 225, luego de lo cual empieza a disminuir, volviéndose negativo nuevamente en 400%.



5. La TIR no considera las reinversiones al costo de oportunidad.-

Suponga que se le pide escoger uno de 2 proyectos con los siguientes flujos:

Proyecto	0	1	2	TIR
A	$(10,000)	$ 0	$ 16,000	26%
B	$(10,000)	$ 13,000	$ 0	30%

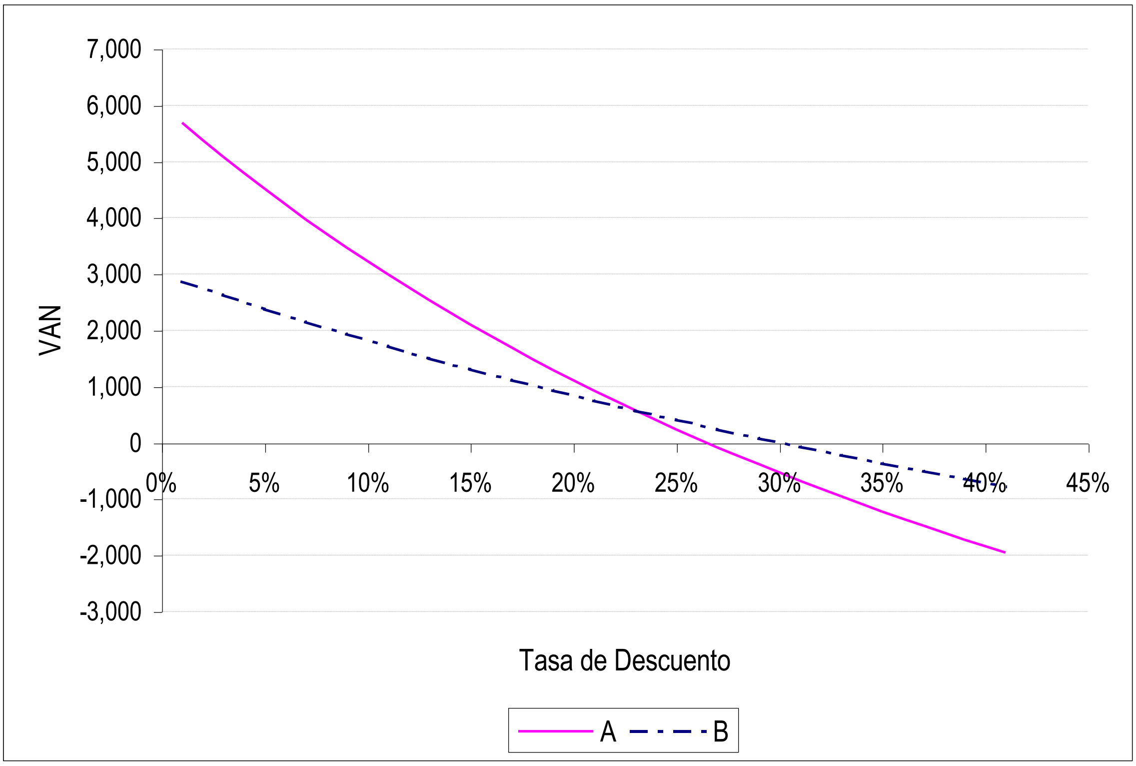
Si utilizamos la regla de la TIR, deberíamos de escoger el proyecto B, pero utilizando la regla del VAN, esto va a depender del costo de oportunidad. A una tasa de hasta 23%, el proyecto A es mejor que el B, pero a una tasa de entre 24% y 30%, deberíamos escoger el B.

Esto se debe a que la regla de la TIR asume que se reinvierten los excedentes de flujo a una tasa igual a la TIR. Si asumimos que el inversionista es eficiente e invierte sus excedentes del primer año a su tasa de oportunidad, entonces el flujo del proyecto A para diferentes tasas de descuento serian así:

Flujo con Reinversión al costo de oportunidad				
r	0	1	2	TIR
1%	$ (10,000)	$ 0	$ 13,130	15%
3%	$ (10,000)	$ 0	$ 13,390	16%
5%	$ (10,000)	$ 0	$ 13,650	17%
7%	$ (10,000)	$ 0	$ 13,910	18%
9%	$ (10,000)	$ 0	$ 14,170	19%
11%	$ (10,000)	$ 0	$ 14,430	20%
13%	$ (10,000)	$ 0	$ 14,690	21%
15%	$ (10,000)	$ 0	$ 14,950	22%
17%	$ (10,000)	$ 0	$ 15,210	23%

19%	$ (10,000)	$ 0	$ 15,470	24%
21%	$ (10,000)	$ 0	$ 15,730	25%
23%	$ (10,000)	$ 0	$ 15,990	26%
25%	$ (10,000)	$ 0	$ 16,250	27%
27%	$ (10,000)	$ 0	$ 16,510	28%
29%	$ (10,000)	$ 0	$ 16,770	29%
31%	$ (10,000)	$ 0	$ 17,030	30%
33%	$ (10,000)	$ 0	$ 17,290	31%
35%	$ (10,000)	$ 0	$ 17,550	32%
37%	$ (10,000)	$ 0	$ 17,810	33%
39%	$ (10,000)	$ 0	$ 18,070	34%
41%	$ (10,000)	$ 0	$ 18,330	35%

Como vemos, para una tasa de reinversión de hasta 23%, la TIR del proyecto **B** es menor que la del proyecto **A**, lo cual concuerda con el calculo del VAN.



Periodo de recuperación de la inversión.-

Muchos inversionistas requieren que la inversión inicial en un proyecto sea recuperada en un periodo de tiempo especifico. El periodo de recuperación de la inversión de un proyecto se encuentra contando <u>el número de años que se requiere para que el flujo de caja acumulado</u>

proyectado sea igual a la inversión original. El indicador de periodo de recuperación escoge los proyectos cuyo periodo de recuperación sea menor que el periodo de recuperación establecido como política de la empresa.

Hay información que no se toma en cuenta en el indicador del periodo de recuperación. No se contemplan los beneficios (o costos) generados después de haber recuperado la inversión inicial. Además, el criterio no reconoce el costo de oportunidad del dinero, asumiendo que el dinero desembolsado o recibido en distintos momentos tiene el mismo valor. En realidad considera igual ponderación a todos los flujos de efectivo antes de la fecha de recuperación, y no asigna ninguna a los que se encuentran después de esta.

El periodo de recuperación es un criterio sencillo y que ha sido utilizado ampliamente. Mas que para determinar la eficiencia de una inversión, este método está inspirado por una política de liquidez acentuada y podría usarse en situaciones de alto riesgo, en donde es conveniente recuperar la inversión lo antes posible.

Por ejemplo, en el siguiente flujo:

Año	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Ingresos	0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Egresos	(2,500)	0	0	0	0	0
Flujo Neto	(2,500)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo Acumulado	**(2,500)**	**(1,500)**	**(500)**	**500**	**1,500**	**2,500**

El período de recuperación sería de alrededor de dos años y medio.

Periodo de recuperación descontado.-

Como vimos, uno de los problemas del periodo de recuperación es que no considera una tasa de descuento para los flujos de efectivo. Este problema puede ser en parte solucionado utilizando el periodo de recuperación descontado, el cual es "el número de años que se requiere para que el flujo de caja acumulado proyectado sea igual a la inversión original, en unidades monetarias actuales", o en otras palabras, es un periodo de recuperación que considera el costo de oportunidad del dinero.

El cálculo del periodo de recuperación descontado se lo hace de la misma forma que el del periodo de recuperación, pero utilizando un flujo descontado.

A pesar de no tener el problema de considerar iguales a las unidades monetarias a través del tiempo, este método sigue ignorando el valor de flujos posteriores al periodo de recuperación.

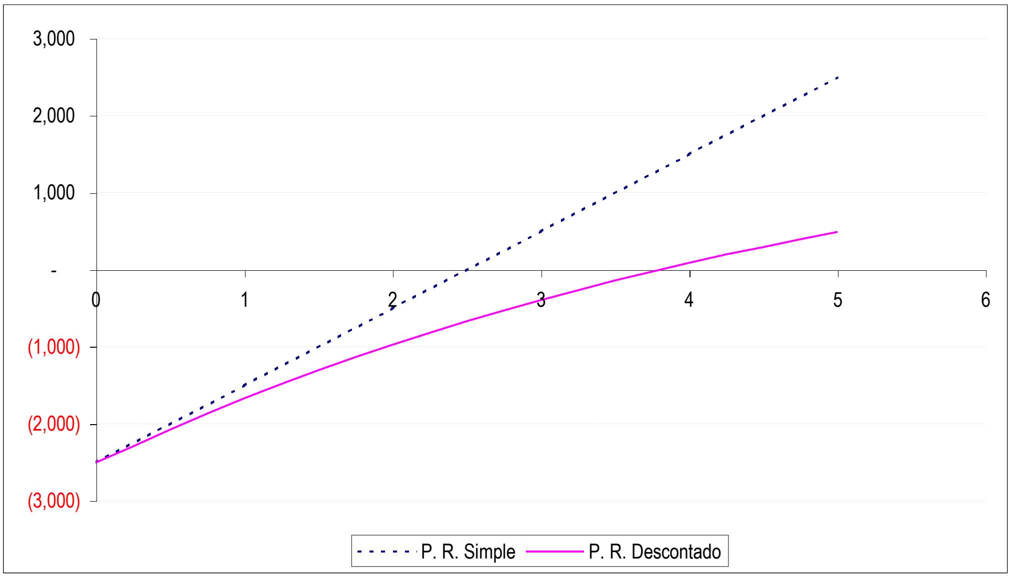
Bajo este criterio de selección se aceptan aquellos proyectos cuyo periodo de recuperación descontado sea menor que el periodo de recuperación descontado establecido como política de la empresa.

Para el flujo anterior, el cálculo del periodo de recuperación descontado al 20% sería:

Año	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Flujo Descontado	(2,500)	833	694	579	482	402
Flujo Desc. Acumulado	**(2,500)**	**(1,667)**	**(972)**	**(394)**	**89**	**491**

Lo cual nos da un periodo de recuperación descontado de alrededor de 4 años.



Tasa de Retorno Contable.-

Algunas empresas juzgan un proyecto de inversión comparándolo con su tasa de retorno contable o rentabilidad contable.

La tasa de retorno contable es un método que se ajusta bien a la información contable. Consiste en relacionar la utilidad neta anual promedio que genera contablemente el proyecto con la inversión promedio, es decir, con la inversión que en promedio tiene la empresa inmovilizada durante la vida del proyecto. La rentabilidad contable "Rc" se determina entonces con la fórmula siguiente:

$$Rc = \frac{Utilid\,\mathrm{Pr}\,omedioAnud}{Inversion\mathrm{Pr}\,omedio}$$

La utilidad promedio se obtiene sumando las utilidades contables de cada año y dividiendo el total entre el numero de años. El cálculo de la inversión promedio se obtiene sumando el valor contable de las inversiones al final de cada año y dividiendo esta suma por el número de años.

La relación Rc es comparada con la tasa de retorno contable mínima aceptada por la empresa. Si el valor de Rc es mayor, entonces el proyecto de inversión se considera aceptables, de lo contrario no.

Las debilidades de este método son bastante claras. En primer lugar, utiliza el concepto de utilidades contables y no el de flujo de caja. En segundo lugar, la rentabilidad contable considera igual valor del dinero en el tiempo, es decir considera igual una utilidad en el primer año que una en el quinto año.

Relación Beneficio Costo.-

Otro criterio de selección es la llamada relación beneficio/costo. Que más que un nuevo método de evaluación es un complemento o extensión de la regla del VAN.

Antes de calcular una relación de beneficio costo, todos los beneficios y costos que se utilizarán en el cálculo deben de convertirse a una unidad monetaria común, en otras palabras descontarse con el costo de oportunidad. La relación beneficio costo se puede definir como "la relación que resulta de dividir el valor actual de todos los beneficios brutos por el valor actual de todos los costos brutos".

La regla del índice de relación beneficio/costo nos dice que hay que aceptar un proyecto cuando su RBC es mayor que 1, es decir, cuando el valor actual de todos los beneficios es mayor que el valor actual de todos los costos, y que debemos de preferir los proyectos que mayor RBC tengan. Una relación de beneficio costo mayor a 1 solo se da cuando el VAN es positivo, de tal manera que solo acepta los proyectos que se los aceptaría por la regla del VAN. Sin embargo, hay que recordar que la RBC nos da un índice porcentual, y no en valor absoluto, por lo que en caso de decidir entre varios proyectos excluyentes, este método nos puede llevar a decisiones erróneas.

Recomendaciones sobre el uso del criterio del VAN.-

En las decisiones financieras con la regla del valor actual neto, es importante considerar algunos aspectos.

En el problema de lo que se debe descontar en la evaluación de un proyecto se recomienda seguir las siguientes tres reglas:

1. Solamente el concepto de flujo de caja es relevante.-

El primer punto y el mas relevante en la regla del VAN es el concepto de flujo de caja. El flujo de caja es el mas elemental de los conceptos posibles; es simplemente la diferencia entre sucres recibidos y sucres pagados. Sin embargo, mucha gente confunde flujo de caja con estado de pérdidas y ganancias.

Los contadores empiezan con "Sucres que entran" y "Sucres que salen", pero para obtener ingresos contables ellos ajustan la información en dos maneras importantes. Primero tratan de mostrar como se obtienen las utilidades en lugar de indicar cuando la empresa y sus clientes pueden pagar sus cuentas. Segundo, tratan de clasificar los flujos de caja en dos categorías: gastos corrientes y gastos de capital.

Los gastos corrientes se deducen cuando se calculan utilidades pero no se deducen los gastos de capital. Los gastos de capital se deprecian sobre un número de años y se deduce el asiento contable de la depreciación anual de las utilidades. Como resultado de estos procedimientos,

las utilidades incluyen parte de los flujos de caja y excluyen otra parte y, además son reducidas por valores de depreciación, que en realidad no constituyen parte de los flujos de caja.
Se debe de estimar siempre los flujos de caja después del pago de impuestos. Algunas empresas no deducen los pagos de impuestos y tratan de corregir este error descontando los flujos de caja a una mayor tasa de costo de oportunidad. Desgraciadamente no existe una fórmula confiable para realizar tales ajustes a la tasa de descuento. Para efectos del cálculo de impuestos, debe de considerarse el efecto que tiene la depreciación y amortizaciones en estos, pero no debe de considerárselos como egresos.
Es importante registrar los flujos de caja solamente cuando ellos ocurren y no cuando se realiza su asiento contable o se realiza la venta. Por ejemplo, los impuestos deben de ser descontados desde su fecha actual de pago y no desde la fecha cuando se registra su asiento contable.

Se puede encontrar equivalencias entre el estado de pérdidas y ganancias contable y el flujo de caja del proyecto, sumando a la utilidad neta los ajustes por gastos no desembolsados (como la depreciación, amortización, provisiones o valor en libros de un activo que se vende), restándole los egresos no sujetos a impuesto (por ejemplo las inversiones de capital, compras para aumento de inventario de materiales o productos, pagos de gastos ya provisionados, etc.) y sumándole los beneficios no sujetos a impuestos (como el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo).
Resulta más sencillo e incluso mas realista el construir el flujo de caja financiero por separado del estado de pérdidas y ganancias.

2. <u>Siempre estime flujos de caja en una base incremental.-</u>

Esto es, que efecto adicional tiene la inversión que se está haciendo. El valor de un proyecto depende de todos los flujos de efectivo adicionales que se generen después de la aceptación de un proyecto. A continuación se mencionan algunas sugerencias a tener en cuenta cuando se deba decidir que flujos de caja deben de ser incluidos en la evaluación de un proyecto.

No confunda retornos promedio con ganancias incrementales. Algunos inversionistas son reacios a invertir mas dinero en una línea de negocios que produce pérdidas. Pero, a veces, se puede encontrar oportunidades en las que el VAN incremental en una inversión en una división no rentable es altamente positivo. De la misma manera, no siempre es buena política invertir más fondos en una división rentable, porque se puede llegar al punto en donde ya no hay buenas oportunidades de rentabilidad. Por ejemplo suponga un cultivo de peces que no sea muy rentable pero que necesite una inversión en un pozo de agua para seguir operando. El beneficio incremental aquí será toda la producción de peces que se generará *versus* la no producción de peces. El VAN incremental puede ser enorme. Por supuesto, estos beneficios deben de ser netos de todos los costos e inversiones subsiguientes, de lo contrario la empresa puede embarcarse en la reconstrucción parte a parte de una línea no rentable.

Incluya todos los efectos relacionados. Es importante incluir los efectos que el proyecto va a tener en el resto de los negocios. Por ejemplo, una inversión en una finca de cultivo puede no ser muy rentable, pero puede generar beneficios importantes al aumentar el volumen de proceso en la planta y el nivel de ventas.

No se olvide de los requerimientos de capital de trabajo.

Olvídese de los costos incurridos en el pasado que no sean pertinentes con el proyecto (Costos hundidos). Estos, son egresos pasados e irreversibles, por lo que no pueden ser afectados por la decisión de aceptar o rechazar un proyecto y, por lo tanto, deben de ser ignorados. Un ejemplo de esto es por ejemplo ciertas camaroneras que estuvieron paralizadas durante el periodo del Síndrome de Taura. Durante este tiempo, no se podía vender dichas camaroneras al precio que se las compró, por lo que, si se pensaba realizar otro cultivo distinto en dichas instalaciones, no se debía de castigar con la totalidad de este egreso ya realizado al proyecto nuevo, si no solamente con lo que le correspondía.

Incluya los costos de oportunidad. El costo de un recurso puede ser relevante a la decisión de invertir aún cuando no se produzca un intercambio de efectivo. Suponga en el caso anterior que si se hubiera podido vender dichos activos. En este caso se debería de considerar este valor como parte de la inversión.

Esté atento a los gastos generales imputados a un proyecto. Estos incluyen ítems tales como sueldos administrativos, gastos de supervisión, alquileres, etc. Estos no están relacionados con ningún proyecto en particular pero deben de ser cargados a algún lugar, por lo que se los asigna con base en algún porcentaje. El principio de flujos de caja incrementales dice que en el análisis de una inversión debemos de incluir solamente los gastos adicionales que resulten del proyecto considerado. El proyecto puede o no generar gastos generales adicionales, y por lo tanto debemos de estar atentos a la asignación contable de este tipo de gastos. Por ejemplo suponga que una empresa con alta carga administrativos y con una política de asignar dichos gastos con base en las hectáreas está evaluando la adquisición de una camaronera extensiva de gran tamaño. Debido a su hectareaje, puede que se le asigne a esta finca más gastos administrativos de los que verdaderamente va a generar adicionales a los que actualmente existen.

3. <u>Sea consistente en su tratamiento de la inflación.-</u>

Las tasas de interés se cotizan en términos nominales y no en términos reales. Por ejemplo, supongamos que la tasa de interés de un bono de $100 es del 8%, y que la tasa esperada de inflación es del 6%. Si uno compra este bono, después de un año recuperaremos el principal mas los intereses generados, esto es $1,080. Pero si quisiéramos saber el poder de compra de estos $1,080, tendríamos que comparar estos dólares a recibir dentro de un año con el poder adquisitivo de los dólares actuales (1080/1.06)=$1,019, por lo que el retorno real sería del 1.9%. El retorno nominal es cierto pero el retorno real es solamente esperado. El retorno real efectivo solo puede calcularse después de un año cuando sepamos la tasa de inflación a esa fecha.

Las tasas de interés contienen dentro de ellas un premio a la inflación, un premio al riesgo y un crecimiento real. El crecimiento real es de alrededor de 0.4%, y es el que dan los papeles del tesoro de los Estados Unidos. El premio al riesgo varia de acuerdo al tipo de inversión. Por ejemplo los papeles del tesoro, al no tener riesgo tienen un premio de 0. Los bonos del gobierno tienen alrededor de 1%, los bonos corporativos cerca de 1.7% y las acciones comunes alrededor de 8.4%

Si la tasa de descuento está estipulada en términos nominales, entonces se requiere que todos los flujos de caja sean estimados en términos nominales, tomando en cuenta las tendencias en precios de venta, costos, mano de obra y materiales. Igualmente, la tasa de descuento depende de la moneda con que se trabaja. Si se trabaja en sucres con inflación se usará una tasa en sucres con inflación, si se trabaja en sucres sin inflación, se usará una tasa de descuento mucho más baja. Si trabajamos en dólares con inflación, se usará una tasa de descuento en dólares con inflación, y si se trabaja con dólares sin inflación se usará una tasa ligeramente menor.

Toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre.- Análisis de Sensibilidad, Métodos de Simulación y Métodos Probabilísticos.

Entre las decisiones que deben tomar los inversionistas, una de las mas difíciles es la de elegir entre varias posibles alternativas de inversión. Esto no es debido a la estimación del retorno a la inversión en cada proyecto, una vez adoptadas ciertas suposiciones y la asignación de recursos a los distintos proyectos que cumplen las expectativas del inversionista, sino a las dificultades que traen los supuestos que se aceptan respecto al futuro.

Cada suposición en un proyecto de inversión presenta un cierto grado de incertidumbre y la acumulación de todas las incertidumbres parciales puede llegar a tener proporciones críticas, que luego pueden afectar severamente la rentabilidad de un proyecto. En cada proyecto existe un riesgo, el cual es preciso evaluar de alguna manera y considerar en el análisis del mismo.

Cuando se tiene pleno conocimientos sobre los sucesos del futuro se tiene certeza del resultado que producirá una acción. Las decisiones sobre proyectos de inversión que se toman bajo estas condiciones se conocen como decisiones determinísticas. Estas decisiones contemplan un solo resultado futuro independiente de que las suposiciones asumidas sean ciertas o falsas.

En las situaciones en donde se prevén una gama de resultados posibles, la decisión de inversión se vuelve incierta. Si se conocen todos los resultados posibles con sus correspondientes probabilidades, se conoce el riesgo asociado con la decisión. Este tipo de decisión se conoce como decisión bajo riesgo.

Los conceptos fundamentales sobre el riesgo son: la predicción de los sucesos o eventos y la medición del riesgo. Se predice la ocurrencia de un suceso y se estima su posible ocurrencia con valores probabilísticos, que también tienen que ser estimados.

En el mundo de los negocios, las probabilidades raramente pueden estimarse analíticamente. Casi siempre, el calculo de probabilidades se efectúa a partir de datos reales históricos. Si se conocen todos los resultados posibles de un proyecto y se dispone de datos históricos sobre los mismos, se pueden estimar las probabilidades de ocurrencia de los eventos a partir de las frecuencias relativas de cada suceso. En este caso tendremos un suceso bajo riesgo.

Cuando los resultados posibles de un proyecto de inversión son parcialmente conocidos, pero no así su probabilidad de ocurrencia, las decisiones se toman bajo incertidumbre. La incertidumbre surge por falta de información relacionada con el proyecto considerado, la información de que se dispone no permite predecir todos los resultados posibles, ni estimar sus riesgos asociados.

Contrariamente a lo que sucede con el riesgo, la incertidumbre no puede incorporarse con facilidad en la toma de decisiones de inversión. La incertidumbre convierte el problema en una decisión bajo riesgo subjetivo, pues el analista se ve obligado a asignar subjetivamente a cada evento una probabilidad de ocurrencia.

En la decisión de inversión generalmente se trata de escoger entre varias alternativas. Si la selección de alternativas no produce consecuencias de importancia para la empresa, el procedimiento de selección carece de importancia. Para que exista una verdadera decisión, debe de haber diferentes resultados en cada alternativa. Estos mejores o peores resultados implican un riesgo en cada una de estas alternativas. Para que el proceso de selección del curso de acción en cada proyecto sea óptimo, sería deseable conocer todos los resultados que cada alternativa implica. Sin embargo, generalmente esto no es posible, por lo que tenemos que usar una aproximación de lo que puede suceder. Esto nos obliga a pronosticar las consecuencias futuras de cada alternativa de inversión

Análisis de Sensibilidad.-

El análisis de un proyecto resulta más valioso si se efectúa un análisis de sensibilidad de las variables importantes. El análisis de sensibilidad es un estudio para determinar como se puede alterar la decisión económica si varían ciertos factores.
En la evaluación de proyectos de inversión se sigue generalmente un método determinista que significa que se escoge para los parámetros un conjunto de números, que se consideran como "los más probables", y que debe de ser considerado en las proyecciones para el análisis. Las proyecciones e índices financieros resultantes, representan un resultado posible del proyecto dentro de un sinnúmero de otros resultados posibles. Cuando se emplea este método se requiere el análisis de sensibilidad para probar distintas alternativas y determinar como afectaría al resultado un cambio en estas variables.

Mediante un análisis de sensibilidad de las variables más importantes se puede superar algunas de las deficiencias del método determinista. Este análisis tiene como objeto modificar los supuestos relativos a variables claves y observar como cambian el VAN y la TIR del proyecto, y de esta forma juzgar el grado de riesgo del mismo bajo distintos supuestos. Así podremos evaluar con bastante exactitud los puntos fuertes y los puntos débiles de un proyecto de inversión, observando la reacción de las variables más importantes, bajo distintos escenarios probables.

Simulación.-

El análisis de sensibilidad considera el efecto de una variación en una variable a la vez. Cuando se tienen escenarios alternativos de un proyecto, podemos analizar el efecto de un número limitado de combinaciones posibles de variables. La técnica de simulación es una herramienta para considerar todas las combinaciones posibles.

Se entiende por simulación a la reproducción de situaciones reales mediante el uso de modelos, siendo estos últimos, representaciones simplificadas de un proceso real, mediante el uso de operaciones matemáticas que reflejan el conjunto de relaciones existentes entre las variables que intervienen.
Para este proceso se necesita conocer los conceptos de probabilidad, por lo que se sugiere leer el Anexo 3.
En la puesta en práctica de un proceso de simulación se pueden distinguir los siguientes pasos:

1. <u>Modelo del proyecto.-</u>

En este primer paso de cualquier simulación es necesario precisar un modelo del proyecto para uso en la computadora, lo que implica conocer las variables que intervienen en el proceso que se intenta modelar, así como las interrelaciones que existan entre ellas, para convertir estas en ecuaciones matemáticas.
En este paso se debe decidir sobre cuales son las variables que escogeremos para la simulación.

2. <u>Especificación de probabilidades.-</u>

Este es el paso más difícil de esta técnica. En este punto debemos de determinar las distribuciones de probabilidad que más se apeguen a las esperanzas de ocurrencia de nuestra variable. Para esto podemos utilizar información histórica sobre la variable en cuestión, aunque debemos de recordar que no siempre lo que ha ocurrido en el pasado sucederá en el futuro de la misma forma.

3. <u>Simulación de los flujos de caja.-</u>

Esto es realizar un muestreo repetido de las variables críticas, tomando como base sus probabilidades de ocurrencia, calcular el modelo y estimar los resultados financieros (VAN y/o TIR) correspondientes a cada combinación de valores de las diferentes variables obtenidas en cada muestra. Con los resultados obtenidos elaboramos una tabla de frecuencias relativas de los valores del VAN y/o TIR obtenidos, la cual nos representará la probabilidad de ocurrencia de los mismos.

Métodos Probabilísticos.-

En el anexo 3 podemos ver como se calcula el valor esperado de un suceso, pero los casos que tratamos se referían a alternativas de "una etapa", en el sentido que ninguna decisión a futuro dependerá de la decisión que tomemos ahora. En esta sección consideraremos un proceso de decisión de "múltiples etapas", en el cual se toman decisiones dependientes unas de otras. Para facilitar los cálculos y el entendimiento de este modelo se suele usar una herramienta gráfica conocida como "**árbol de decisión**". Esta representación facilita el proceso de toma de decisiones.

Un árbol de decisión es una representación gráfica del problema mediante líneas y nodos. Existen 2 tipos de nodos:

1. Los Nodos de **Decisión** (•), que representan alternativas sobre las cuales debemos de tomar alguna decisión. Aquí cada alternativa lleva asociada un costo C_i.
2. Los Nodos **Probabilísticos** (o), que representan los distintos eventos que son probables que ocurran en dicho evento. Aquí cada evento lleva asociado una probabilidad P_i, donde la suma de las probabilidades de todos los eventos debe de ser igual a 1. A cada Nodo probabilístico se lo califica con su valor esperado $\Sigma C_i P_i$.

Además, el árbol de decisión tiene líneas que representan las alternativas o eventos.

El proceso de este método empieza con la construcción del árbol, partiendo de un nodo de decisión actual, del cual parten las distintas alternativas (líneas) entre las cuales debemos de decidir en este momento. De estas alternativas, pueden nacer nodos de decisiones sobre alternativas futuras o de posibles eventos futuros.

Una vez que se representaron todas las alternativas y eventos, empezamos colocando los costos de las últimas alternativas, y del final al comienzo vamos colocando las probabilidades en cada evento, y calculando los valores esperados en cada nodo probabilístico, en caso de encontrar un nodo de decisión, el valor de dicho nodo va a ser la decisión más conveniente (la de menor costo). Esto lo realizamos hasta llegar a las alternativas del nodo de decisión inicial, en donde podemos tomar la que más nos convenga.

Veamos un ejemplo:

Un inversionista tiene en este momento $5,000,000 disponibles en este momento, y está considerando la opción de construir en este momento una planta de proceso de una nueva especie de cultivo. En caso de decidirse por este proyecto, tiene la alternativa de construir una planta de tamaño piloto que se pueda ampliar después o de tamaño completo. La decisión de cual planta construir dependerá de las futuras demandas y ofertas de producto a procesar. La construcción de una planta de tamaño grande se justificaría económicamente si el volumen de producto en el futuro es grande. En caso contrario sería conveniente construir primero una planta pequeña y, luego de 2 años, si las condiciones son propicias, ampliarse. Considere costo de oportunidad de 0%.

El problema de múltiples etapas se presenta aquí porque si el inversionista decide construir ahora la planta piloto, en dos años debe decidirse si amplia o no. Dicho de otra manera, el proceso de decisión implica tres etapa:

1. Invertir el dinero en la planta o dejarlo en el banco.
2. En caso de decidirse por construir la planta ¿De qué tamaño construir la planta?
3. En caso de construir la planta piloto ¿Deberá de ampliarse después de 2 años?

En el gráfico siguiente se puede ver el árbol de decisión. Empezando con el primer nodo • , el inversionista deberá de decidir si invierte en la planta o deja su dinero en el banco ganando 10% de interés anual. El nodo 2 • , es otro nodo de decisión, en el cual el inversionista deberá de decidir si construye la planta piloto o la grande. El nodo 3 o, es un evento probabilístico, del cual emanan dos ramas que representan los volúmenes altos y bajos respectivamente. El nodo 4 • , representa otra decisión, la cual solo deberá de hacerse en el caso de que se decidió por la planta piloto y que los volúmenes a procesar sean altos. Una vez mas, en caso de ampliar o no la planta, existe la posibilidad que después de dos años los volúmenes se mantengan altos o de que declinen, lo cual esta representado por el nodo 5 o y las ramas que emanan del (alto o bajo).

Los datos del árbol de decisión deben de incluir:

1. Las probabilidades asociadas con las ramas que emanan de los nodos probabilísticos.
2. Los ingresos y costos asociados con las distintas alternativas del problema.

Supongamos que el inversionista está interesado en estudiar el problema en un período de 10 años. Un estudio de mercado señala que las probabilidades de tener volúmenes de producción altos y bajos respectivamente son de 0.75 y 0.25 respectivamente, pero en caso de que los volúmenes sean altos durante los primeros 2 años, la probabilidad de que se mantengan altos sube a 0.90, con una probabilidad de que bajen de 0.10. El estudio de mercado indica también de que en caso de que los volúmenes no despeguen en los dos primeros años, la probabilidad de que mejoren después es despreciable ($p \approx 0$). La construcción de una planta grande costará $5,000,000 y de la pequeña $1,000,000. Se calcula que la expansión de la planta de aquí a 2 años costará $4,000,000, aunque la planta resultante de esta expansión no tendría la misma capacidad de procesamiento que la planta construida inicialmente grande. Las estimaciones de ingresos anuales son las siguientes:

1. La planta grande y un volumen alto producirá $1,000,000 anuales.
2. La planta grande y volúmenes bajos producirá $300,000 anuales.
3. La planta pequeña y un volumen alto producirá $250,000 anuales.
4. La planta pequeña y un volumen bajo producirá $200,000 anuales.
5. La planta pequeña ampliada con volúmenes bajos producirá $200,000 anuales.
6. La planta pequeña ampliada con volumen alto producirá $900,000 anuales
7. El dinero en el banco producirá 10% de interés simple anual, retirando los intereses anualmente.
8. No se considera inflación, y el valor de recuperación de los activos al final del décimo año se considera del 100%.

Estos datos y las probabilidades asociadas se presentan en el gráfico respectivo.

Los cálculos son los siguientes:

- El dinero en el banco producirá :

+$5,000,000 * 0.10 = $500,000 anuales * 10 años = **$5,000,000**

- La construcción de la planta pequeña costará:

-$1,000,000

- La construcción de la planta grande costará:

-$5,000,000

- Los ingresos que se obtendrán en caso de que se opte por la planta pequeña y la demanda sea baja durante los 10 años será de:

+$200,000 * 10 = +$2,000,000
Mas los intereses del dinero que no invertimos, y dejamos en el banco ganado por diez años :
+$4,000,000 * 0.10 = 400,000 anuales * 10 años = +$4,000,000
lo que nos da un total de:
+$2,000,000 +$4,000,000 = **+$6,000,000**

- Los ingresos que se obtendrán en caso de que se opte por la planta grande y que los volúmenes sean bajos por 10 años serán de:

+$300,000 anuales * 10 años = **+$3,000,000**

- Los ingresos que obtendremos en la planta pequeña por 2 años con volúmenes altos son de:

+$250,000 anuales * 2 años = +$500,000
Mas los intereses :
+$1,000,000 * 0.10 = 100,000 anuales * 2 años = +$200,000
lo que nos da un total de :
+$500,000 + $200,000 = **+$700,000**

- Los ingresos que obtendremos por 2 años en la planta grande con volúmenes altos será de :

$1,000,000 anuales * 2 años = **+$2,000,000**

- Los ingresos a obtener por 8 años en la planta grande con volúmenes que se mantengan altos son de:

+$1,000,000 anuales * 8 años = **+$8,000,000**

- Los ingresos que se obtendrán en los 8 años de la planta grande con volúmenes que disminuyan serán de :

+$300,000 anuales * 8 años = **+$2,400,000**

- Los ingresos que se obtendrían durante 8 años en caso de ampliar la planta y mantener los volúmenes altos sería de:

+$900,000 anuales * 8 años = **+$7,200,000**

- Los ingresos que se obtendrían durante 8 años en caso de ampliar la planta y que los volúmenes decaigan sería de :

+$200,000 anuales * 8 años = **+$1,600,000**

- Los ingresos que obtendríamos en caso de que no se amplíe la planta y que los volúmenes se mantengan altos por los 8 años restantes serían de:

+$250,000 anuales * 8 años = +$2,000,000

Mas los ingresos por intereses:
+$4,000,000 * 0.1 = +$400,000 anuales * 8 años = +$3’200,000

Lo que da un total de :
+$2,000,000 + $3,200,000 = **+$5,200,000**

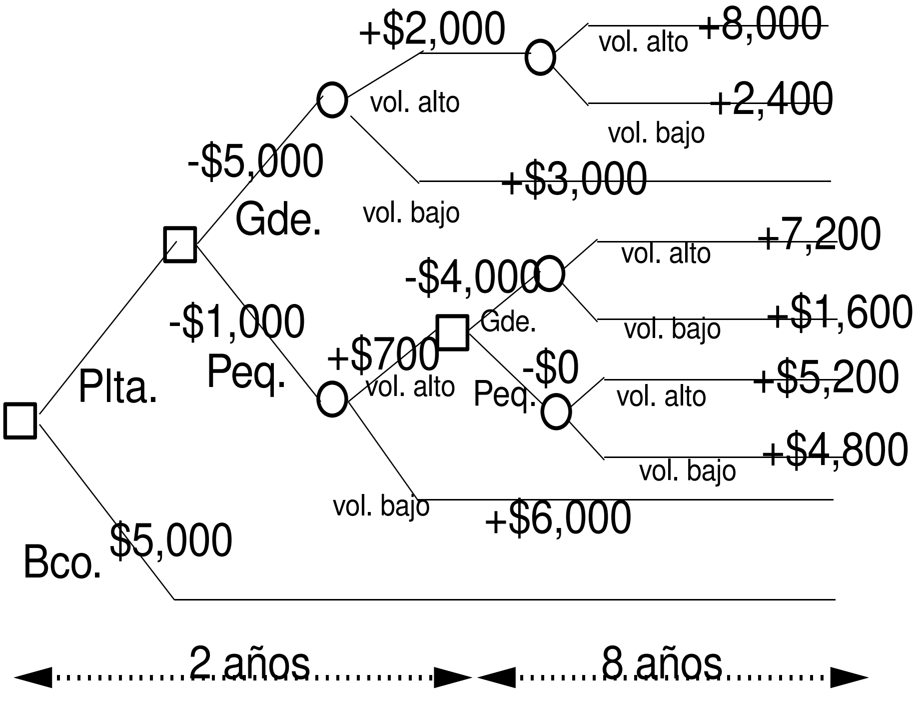
- Los ingresos que obtendríamos en caso de que no se amplíe la planta y que los volúmenes decayesen por los 8 años restantes serían de:

+$200,000 anuales * 8 años = +$1,600,000

Mas los ingresos por intereses:
+$4,000,000 * 0.1 = +$400,000 anuales * 8 años = +$3'200,000

Lo que da un total de :
+$1,600,000 + $3,200,000 = **+$4,800,000**

Estos valores deberán de ser colocados en el árbol de decisión:



Una vez hecho esto podemos calcular los valores esperados hasta los primeros nodos de decisión:

- Para la construcción de la planta grande será:

Primero calculamos la esperanza en volumen alto:
+$8,000,000 * 0.9 + $2,400,000 * 0.10 + $2,000,000 = <u>+$9'440,000</u>
y calculamos la esperanza por ingreso:
+$9,440,000 * 0.75 +$3,000,000 * 0.25 = +$7,830,000
Luego quitamos el valor de la inversión:
+$7,830,000 - $5,000,000 = **+$2,830,000**

- Para la ampliación de la planta pequeña será:

+$7,200,000 * 0.90 + 1'600,000 * 0.10 = +$6'640,000
Menos el costo de la ampliación:
+$6,640,000 - $4,000,000 = **+$2,640,000**

- Para la no ampliación de la planta pequeña será :

+$5,200,000 * .90 + $4,800,000 * 0.10 = **+$5'160,000**

Aquí llegamos al último nodo de decisión, y escogemos la mejor alternativa, en donde el nodo tomará este valor, o sea **+$5,160,000**
Y calculamos el valor del siguiente evento:

- Para la construcción de la planta pequeña:

(+$5,160,000 + $750,000)* 0.75 + $6,000,000 * 0.25 = <u>+$5'932,500</u>
menos el costo de la construcción:
+$5,932,500 - $1,000,000 = **+$4,932,500**

Aquí llegamos al segundo nodo de decisión, el de decidir el tamaño de la planta, y como la esperanza al construir la planta pequeña (+$4,932,500) es mayor que la de construir la planta grande (+$2,830,000), decidimos por la planta pequeña y asignamos este valor al evento de construir.

Llegamos entonces al primer nodo de decisión, en el cual debemos de decidir entre construir una planta con una esperanza de ingreso de +$4,932,500 o de dejar la plata en el banco con una esperanza de ingreso de +$5,000,000 (nótese que como se considera que todas las opciones presentan la misma oportunidad de recuperar los 5 millones de inversión inicial estos no se los está considerando). Como la opción de dejar la plata en el banco tiene una mejor esperanza, esta sería la opción sugerida por el modelo a escoger.

Talleres.- Evaluación de Proyectos de Inversión en Acuicultura

Taller 1. Uso de Hoja de cálculo con funciones financieras.-

El objetivo de este taller es familiarizar al participante con el uso de las funciones financieras de la hoja de cálculo Microsoft Excel.

Taller 2. Ejemplos de problemas con la tasa interna de retorno.-

El objetivo de este taller es repasar ejemplos prácticos en donde la tasa interna de retorno (TIR) no funciona correctamente como criterio de selección de proyectos.

Taller 3.- Enfoque financiero para la evaluación de un proyecto de inversión en una camaronera

El objetivo de este taller es practicar con un modelo completo de análisis financiero de proyectos

Taller 4.- Uso de la simulación para el análisis de proyectos en acuicultura.

El objetivo de este taller es conocer el uso de un software de simulación.

Taller 5.- Evaluación de un proyecto de inversión en Peces.

El objetivo de este taller es repasar los métodos utilizados para análisis financiero.

Taller 6.- Evaluación de un proyecto de inversión en Maquinaria Nueva.

El objetivo de este taller es evaluar la conveniencia de la compra de una nueva maquinaria utilizando los métodos revisados.

Anexo 1.- Reglamento de Depreciación de Activos Fijos

Anexo 2.- Tabla de Costo de algunos Insumos mas usados en Camaroneras

Anexo 3.- Probabilidades y Distribuciones.-

Teoría de probabilidades.-

Eventos que son comunes o improbables son aquellos cuya probabilidad de ocurrencia son grandes o pequeñas, respectivamente.
Sin darnos cuenta, nosotros calculamos "al ojo" la probabilidad de todas los sucesos que nos rodean; así, determinamos que tan "común" o "raras" son ciertos acontecimientos.
Por ejemplo, en Esmeraldas no es "común" encontrar un nativo rubio y ojos azules pero en Suecia si. Esto lo sabemos en base a "muestras" de Suecos y Esmeraldeños que hemos visto, sin necesidad de ver todos los esmeraldeños y todos los suecos.
El problema de este método al "ojímetro" es que carecemos de un término preciso para describir la probabilidad.

Los estadísticos reemplazan las palabras informativas pero imprecisas como "con dificultad", "pudo" o "casi con seguridad" por un número que va de 0 a 1, lo cual indica de forma precisa que tan probable o improbable es el evento.
Lógicamente, haciendo inferencias a partir de muestras sobre una población, es decir de una parte sobre el todo, no podemos esperar llegar siempre a resultados correctos, pero la estadística nos ofrece procedimientos que nos permiten saber cuántas veces acertamos "en promedio". Tales enunciados se conocen como enunciados probabilísticos.

Llamamos espacio muestreal al conjunto universal de una población o a todos los valores probables que nuestra variable aleatoria puede tomar. Ejemplos.- Todas las formas en que podemos sacar 4 bolas de una funda que contenga 8 bolas rojas y 2 blancas, de cuantas formas puede caer un dado, todas las posibles supervivencias que podamos obtener en un cultivo, todos los posibles climas que puedan haber en un día determinado, todos los tamaños o pesos que pueda tener una especie en cultivo, etc.

Matemáticamente, si un evento puede ocurrir de **N** maneras mutuamente exclusivas e igualmente posibles, y si **n** de ellas tienen una característica **E**, entonces, la posibilidad de ocurrencia de E es la fracción **n**/**N** y se indica por:

$$\mathrm{P}(E) = \frac{n}{N}$$

O sea, que la probabilidad de que ocurra un evento determinado (éxito) no es más que la razón de el número de éxitos divididos para el tamaño total del espacio muestreal (éxitos + fracasos).
La definición de "éxito" o "fracaso" no tiene nada que ver con la bondad del suceso y se lo asigna de forma arbitraria de acuerdo a nuestras necesidades, por ejemplo puede considerarse un "éxito" el número de niños que se enferman en un año, o la cantidad de larvas que se mueran durante una aclimatación.

En general, para sucesos en los cuales el tamaño de el espacio muestreal nos sea desconocido o infinito, cuando no podemos saber la cantidad total de éxitos o cuando todas las maneras en que pueda ocurrir el suceso no sean igualmente "posibles", recurriremos al muestreo, esto es, definiremos la probabilidad como "la proporción de veces que eventos de la misma clase ocurren al repetir muchas veces el experimento", y esta es la definición que más usaremos.
Por ejemplo, la probabilidad de que un carro sea robado en Guayaquil en un período de tiempo puede ser calculada empíricamente en función al número de carros robados en dicho período de tiempo y al número de carros en Guayaquil. Esto es lo que hacen las aseguradoras, y utilizan esta probabilidad para calcular el valor esperado a pagar, le aumentan los costos y la utilidad y de ahí determinan cual es la prima a pagar.
O la probabilidad de que en cierta camaronera una corrida a 130.000 Pl/Ha alcance 15 gr. en 140 días es calculada en base al número de veces que se ha logrado esto en condiciones simi-

lares, o la posibilidad de que llueva en un día determinado por la cantidad de veces que llueve en condiciones atmosféricas similares.

En todos estos casos hay una probabilidad (1-p) de no ocurrencia, entonces si hay una probabilidad del 0.99 (99%) de que algo ocurra, significa que hay también una probabilidad de 0.01 (1%) de que no ocurra. en general, se considera que probabilidades de ocurrencias de menos del 5% (0.05) son "poco comunes". Pero debemos de tomar en cuenta de que si algo es "poco probable" de que ocurra no significa que no va a ocurrir".

Teoremas básicos.-

- La probabilidad de un evento cualquiera va a estar en el rango de cero a uno. Esto quiere decir que no existen probabilidades negativas ni mayores de 100%
  $0 \leq P(E) \geq 1$

- La suma de la probabilidad de ocurrencia de un evento mas la probabilidad de no ocurrencia del mismo es igual a uno.
  $P(E) + P(\neg E) = 1$

- Para dos eventos cualesquiera A y B, la probabilidad de que ocurra A o B viene dado, por la probabilidad de que ocurra A, mas la probabilidad de que ocurra B, menos la probabilidad de que ocurran ambos.
  P(A o B) = P(A) + P(B) - P(AB)
  Si los eventos son mutuamente exclusivos, P(AB) será 0 y la probabilidad de ocurrencia de ambos será : P(A o B) = P(A) + P(B)

Valor esperado.-

Llamamos **valor esperado** al valor probable que podemos obtener al repetir cierto evento. Este valor va a estar asociado a la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos dicho evento y al valor que tomará la variable en los distintos eventos.

Por ejemplo, si decimos que la probabilidad de que ganemos al apostar a un número en la ruleta es 1/37 = 0.27, y que si apostamos 1,000,000 sucres y ganamos obtendremos 35,000,000 sucres y si perdemos 1,000,000, entonces la esperanza de ganar en la ruleta será:

E(ganancia) = P(ganar)*Valor a ganar + P(perder)* Valor a Perder
o
E(ganancia) = 1/37 * 35,000,000 + 36/37 (-1,000,000)
E(ganancia) = 945,946 - 972,973 = -27,027

O en otras palabras, si jugamos a la ruleta, apostando toda la noche a un número 1,000,000 sucres, la esperanza que tenemos es de perder "en promedio" 27,000 sucres cada vez.

Distribución de probabilidad.-

Una distribución o densidad de probabilidad de una variable aleatoria x es la función de distribución de la probabilidad de dicha variable o, en otras palabras, la probabilidad de que dicha variable tome ciertos valores.

Observemos por ejemplo la distribución de probabilidad normal, en ella, el área de la curva entre 2 puntos cualesquiera representa la probabilidad de que ocurra un suceso entre esos dos puntos.

Las distribuciones de probabilidad pueden ser discretas o continuas, de acuerdo con el tipo de variable al cual representen.

Hay infinidad de distribuciones de densidad, una para cada población, pero se han definido ciertas distribuciones "modelo" más comunes como la Normal, binomial, Ji-cuadrado, "t" de Student, F de Fisher; a las cuales podemos aproximar estas distribuciones particulares.

Empezaremos con revisar la distribución Normal.

Distribución Normal

Esta Distribución fue descubierta en 1733 por el francés Moiure, y fue descrita también por Laplace y por Gauss, siendo el nombre de este último también sinónimo de la forma gráfica de esta distribución.

Esta distribución tiene forma de campana y presenta ciertas características importantes:

- El área debajo de la curva entre 2 puntos dados representa la probabilidad de que ocurra un hecho entre esos dos puntos;
- Su dominio va de menos infinito a más infinito;
- Es simétrica con respecto a su media;
- Tiene dos colas y es asintótica al eje x por ambos lados;
- El valor del área debajo de toda la curva es igual a 1;
- El centro de la curva está representado por la media poblacional (μ).
- Para cualquier curva normal, el área de $-\sigma$ a $+\sigma$ es igual a 0.6827; de -2σ a $+2\sigma$ de 0,9545 y de -3σ a $+3\sigma$ de 0,9973;
- La distribución muestreal de varios estadísticos, tales como la media, tienen una distribución aproximadamente normal e independiente de la configuración de la población.

La importancia práctica de esta distribución teórica de probabilidad estriba en que muchos fenómenos biológicos presentan datos distribuidos de manera tan suficientemente Normal que su distribución es la base de gran parte de la teoría estadística usada por los biólogos.

Bondad de Ajuste

Para usar las diferentes distribuciones teóricas que estudiamos, en nuestros problemas prácticos, debemos primero de asegurarnos que nuestros datos se aproximen a una de estas distribuciones dadas.
Estudiaremos a continuación una prueba de bondad de ajuste, la cual nos permitirá decir si nuestros datos observados siguen una distribución teórica dada. Otra aplicación práctica de la bondad de ajuste es para poder describir una población. Con la bondad de ajuste podemos determinar que tan bien se ajusta una población dada a una distribución dada, y describir dicha población de esta forma.

Hablamos de bondad de ajuste cuando tratamos de comparar una distribución de frecuencia observada con los correspondientes valores de una distribución esperada o teórica.

Estudiaremos la prueba Ji-cuadrado para bondad de ajuste, la cual sirve tanto para distribuciones discretas como para distribuciones continuas.

Veamos el procedimiento a seguir con un ejemplo:

Los siguientes son datos de distribución de frecuencias de longitud standard en mm. de alevines de Lebistess sp, cuyo promedio es igual ax =18.55 y su desviación estándar muestreal s=5.55.:

Interv. Represen		*Frecuencia observada*
li	*ls*	
5.0	8.9	4
9.0	12.9	10
13.0	16.9	14
17.0	20.9	25
21.0	24.9	17
25.0	28.9	9
29.0	32.9	4

Queremos probar si con un 95% de confianza estos datos siguen una distribución Normal con μ=18.55 y σ=5.55.

Siguiendo el procedimiento:

1.- Ordenamos nuestros datos separándolos en k rangos o clases, cuidando de que en cada rango (i) la frecuencia observada (oi) sea > 4, lo que ya está hecho en la tabla.

2.- Contamos las frecuencias observadas en cada clase (oi), que también está hecho.

3.- Decidimos la distribución a la cual queremos ajustar nuestros datos, expresando la hipótesis nula y su alterna:

Decíamos que queremos ver si nuestros datos se aproximan a una distribución Normal con μ=18.85 y σ=5.55.

Entonces:

H0 = Hay buen ajuste de nuestros datos a la distribución N(18.55,5.55)
H1 = No Hay buen ajuste nuestros datos a la distribución N(18.55,5.55)

4.- Calculamos la frecuencia teórica esperada ei para cada intervalo i, siendo ésta igual al producto del tamaño muestreal N por la probabilidad de dicho rango obtenida de la tabla correspondiente:

Interv. Repres.		*oi*	*P(li≥Z≥ls)*	*ei*
5.0	8.9	4	0.0375	3.1
9.0	12.9	10	0.1071	8.9
13.0	16.9	14	0.2223	18.5
17.0	20.9	25	0.2811	23.3
21.0	24.9	17	0.2163	18.0
25.0	28.9	9	0.1013	8.4
29.0	32.9	4	0.0344	2.9
T O T A L		83	1.0000	83.1

5.- Calculamos el estadístico χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

El cual sigue una distribución Ji-cuadrada con ν = k - m - 1 grados de libertad, en donde k es el número de intervalos y m es el número de parámetros estimados. Como estamos tratando de aproximar a una distribución Normal utilizaremos m=2 (media y varianza) y grados de libertad = n = 7 - 2 - 1 = 4.

Para simplificar y visualizar mejor los cálculos, y como ya tenemos el cuadro construido, podemos calcular el valor de c2 para cada intervalo y luego sumarlos todos:

Interv. Repres.	*oi*	*P(li≥Z≥ls)*	*ei*	χ^2
5.0 8.9	4	0.0375	3.1	0.2613
9.0 12.9	10	0.1071	8.9	0.1360
13.0 16.9	14	0.2223	18.5	1.0946
17.0 20.9	25	0.2811	23.3	0.1240
21.0 24.9	17	0.2163	18.0	0.0556
25.0 28.9	9	0.1013	8.4	0.0429
29.0 32.9	4	0.0344	2.9	0.4172
T O T A L	83	1.0000	83.1	2.1315

6.- Si el valor de χ^2 calculado es menor que el correspondiente valor de $\chi^2(0.05)$ para 4 grados de libertad (9.4880) de la tabla, concluimos que existe un buen ajuste; de lo contrario, no.

W={2.1315 > 9.4880)

Como esto es falso, no rechazamos la hipótesis, pero la aceptamos y concluimos que:
Si hay un buen ajuste de nuestros datos a la distribución Normal con μ=18.55 y σ=5.55.

Otro uso práctico que podemos hacer de el método de bondad de ajuste es determinar distribuciones de tamaño para distintos tamaños promedio. De esta forma podemos aproximar nuestras distribuciones y obtener una distribución en base un promedio y una varianza, lo cual facilita la realización de modelos para determinar momento óptimo de cosecha, ya que podemos calcular así el valor esperado de venta a determinado tamaño.